

Escola Superior de Tecnologias de Abrantes

Gonçalo José dos Santos Neto Moreira

**Projeto - Remodelação da Central Térmica e
Aplicação de Energias Renováveis no Hospital
Doutor Manoel Constâncio em Abrantes**

Orientado por:

Professor Mestre Flávio Chaves – IPT, Escola Superior de Tecnologias de Abrantes

Projeto apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar
para Cumprimento dos requisitos necessários
à Obtenção do Grau de Mestre Eng. Mecânica
especialização em Projeto e Produção Mecânica

Dezembro de 2016

RESUMO

O atual edifício do Hospital Doutor Manoel Constâncio em Abrantes, pertencente ao Centro Hospitalar do Médio Tejo, foi inaugurado nos finais de 1985. O referido edifício já possuía, à data, tecnologia e equipamentos de última geração.

Volvidos trinta anos alguns desses equipamentos foram, entretanto, sendo remodelados por outros mais avançados tecnologicamente e adequados às necessidades de consumo.

O presente projeto vai de encontro a essa atualização tecnológica e atuais necessidades de consumo, indo-se este debruçar sobre as energias renováveis e a remodelação da central térmica.

Com a desativação dos serviços que necessitavam de vapor, a produção deste tornou-se desnecessária. Sendo que a central térmica tem capacidade para, além da produção de vapor, gerar no mínimo 700 kW e no máximo 3000 kW de potência para o aquecimento central e Águas Quentes Sanitárias (AQS). Presentemente, o edifício necessita no máximo de 1300 kW.

Para a remodelação da central térmica apresentam-se duas propostas: uma a gás natural (caldeiras de condensação) e outra a eletricidade (*chillers*).

Também são apresentadas duas propostas para um sistema de painéis solares térmicos referente às AQS, com a particularidade do sistema ser o mesmo, mudando apenas a energia de apoio.

Apresentam-se, igualmente, duas outras propostas para a produção de energia elétrica em autoconsumo.

Tanto as propostas do solar térmico, como as de produção de energia elétrica têm como base as energias renováveis.

Das propostas enunciadas para a central térmica a que utiliza a eletricidade é aquela que maior investimento implica. Todavia é aquela que maior redução de consumo apresenta. Na produção de energia elétrica a proposta com maior investimento é também aquela que menos energia consome.

Foram feitas diversas opções com recurso às propostas apresentadas, sendo que a terceira opção (*chiller* + solar térmico AQS + sistema fotovoltaico) é a que melhor plano de recuperação simples apresenta.

A remodelação da central térmica e a aplicação das energias renováveis visam não só a redução de consumos e a atualização de equipamentos, mas também o cumprimento das metas propostas no protocolo Portugal 2020.

Palavras-Chave: Central Térmica; Caldeiras de Condensação; *Chillers*; Energias Renováveis; Redução de Consumos; Portugal 2020.

ABSTRACT

The current building of the Doctor Manoel Constâncio Hospital in Abrantes, belonging to the Hospital Center of the Middle Tagus, was inaugurated at the end of 1985. The aforementioned building already had the latest technology and equipment.

Thirty years later, some of these equipments were, however, being refurbished by others more technologically advanced and adapted to the needs of consumption.

This project is in line with this technological update and current consumption needs, which will focus on renewable energies and the remodeling of the thermal power station.

With the deactivation of the services that needed steam, the production of this one became unnecessary. As the thermal power station has the capacity to generate at least 700 kW and a maximum of 3000 kW of power for central heating and sanitary hot water (AQS). At present, the building needs a maximum of 1300 kW.

For the remodeling of the thermal power station there are two proposals: one to gas (condensation boilers) and another to electricity (chillers).

Two proposals are also presented for a system of solar thermal panels referring to the AQS, with the particularity of the system being the same, changing only the energy of support.

There are also two other proposals for the production of electricity in self-consumption.

Both thermal solar and electric energy projects are based on renewable energies.

Of the proposals enunciated for the power station that uses the electricity is the one that the greater investment implies. However, it is the one that has the greatest consumption reduction. In the production of electric energy the proposal with greater investment is also the one that consumes less energy.

Several options were made using the proposals presented, and the third option (chiller + solar thermal AQS + photovoltaic system) is the one that best plan of simple recovery presents.

The refurbishment of the thermal power station and the application of renewable energies aim not only to reduce consumption and upgrade equipment, but also to meet the goals proposed in the Portugal 2020 protocol.

Keywords: Thermal Power Plant; Condensing boilers; *Chillers*; Renewable energy; Reducing consumption; Portugal 2020.

AGRADECIMENTOS

Nem sempre é fácil agradecer, não pelo ato em si que é deveras gratificante, mas sim porque poderá haver sempre alguém a quem se pretende agradecer e, em virtude de uma qualquer circunstância, nos esquecemos de o fazer. Assim sendo, fá-lo-ei de uma forma geral.

Agradeço, portanto, a todos aqueles que, de uma maneira altruísta e disponível, me ajudaram e que, com o seu saber/conhecimento, me orientaram no sentido de chegar “a bom porto”.

Não obstante este agradecimento tão generalista, permitam-me que individualize algumas pessoas que me apoiaram no decorrer destes dois anos.

Assim, agradeço, em primeiro lugar, à FUTRIFER, S.A., empresa onde trabalho, e, em particular, ao Eng.º Santos Silva pela amabilidade e disponibilidade que sempre demonstraram para que finalizasse com elevado sucesso a etapa que, agora, finda.

Endereço, também, um especial agradecimento ao Mestre Flávio Chaves, orientador do meu projeto final, pela sua extrema colaboração/dedicação e incansável apoio que me facultou.

Ao Hospital Distrital de Abrantes, no nome do Eng.º Joaquim Serrano, pela sua enorme disponibilidade no sentido de me facultar as informações e os dados necessários para a concretização do projeto em causa.

Um especial agradecimento também ao Eng.º Carlos Pereira da CRITICAL KINETICS por todo o tempo disponibilizado, empenho e colaboração no projeto.

Aos meus Pais, Pais sim com letra maiúscula, por toda a ajuda, compressão e ânimo que me deram e da maneira que o fizeram.

Por fim, e não menos importante, quero agradecer à pessoa que mais me apoiou nesta caminhada e que, sobretudo, acreditou, e acredita, em mim: a minha ESPOSA. Certamente que se não fosse ela, eu não estaria com a força e a dedicação que estou para concluir este mestrado.

A todos o meu muito obrigado.

Índice

RESUMO	II
ABSTRACT	III
AGRADECIMENTOS	IV
ÍNDICE DE TABELAS	X
LISTA DE SIGLAS	XII
1 Introdução	1
2 Objetivos.....	2
3 Breve Resenha Histórica do Hospital.....	3
3.1 Área de Abrangência do CHMT.....	3
3.2 Descrição Geral do Hospital.....	5
3.3 Descrição das Zonas do Hospital por Piso	6
3.4 Legislação nacional em vigor.....	7
3.5 Legislação energética	7
3.6 Enquadramento Legal.....	8
3.7 Portugal 2020 - Enquadramento.....	9
3.7.1 Quadro das metas europeias “20-20-20”	9
3.7.2 Estratégia nacional – PNAEE 2016 e PNAER 2020	9
3.7.3 Fontes de Financiamento	10
4 Apresentação e Descrição dos Equipamentos e Consumos de Energia	11
4.1 Grandes Consumidores de Energia.....	12
4.1.1 Produção de Vapor.....	12
4.1.2 Consumidores de Eletricidade	15

4.2	AQS	16
4.3	Consumo de Energia.....	17
4.3.1	Gás natural Natural	18
4.3.2	Eletricidade	20
4.3.3	Comparação de Dados entre os Gastos da Eletricidade e o Gás Natural	22
5	Apresentação de Propostas	23
5.1	<i>Proposta A</i> - Central Térmica - Caldeira a Gás Natural.....	25
5.1.1	Consumos e Impacto Ambiental Evitado (<i>Proposta A</i>).....	26
5.2	<i>Proposta B</i> - Central Térmica com <i>Chiller</i>	27
5.2.1	<i>Chiller</i> para as necessidades de AQS e Aquecimento	27
5.2.2	<i>Chiller</i> para as necessidades apenas de AQS.....	28
5.2.3	Consumos e Impacto Ambiental Evitado (<i>Proposta B</i>).....	29
5.3	Painéis Solares Térmicos.....	30
5.3.1	<i>Proposta C</i> (Energia de Apoio: Gás natural).....	32
5.3.2	<i>Proposta C</i> (Energia de Apoio: Eletricidade).....	34
5.4	Painéis Fotovoltaicos	36
5.4.1	<i>Proposta D</i>	36
5.4.2	<i>Proposta E</i>	41
5.5	Estudo Comparativo	47
5.5.1	Comparação de Consumo (Energia Primária)	47
5.5.1	Impacto Ambiental	49
5.5.1	Redução de Custos	51
5.6	Combinação de Propostas.....	51
5.7	PRS do Investimento	52

5.7.1	PRS das Combinações Possíveis	53
6	Conclusões/Recomendações.....	55
	Referências Bibliográficas.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Foto do Hospital de Abrantes, situado na margem norte do Rio Tejo e a sul da cidade de Abrantes, [6].....	4
Figura 2: Imagem de pormenor da localização do Hospital, fonte Google.....	4
Figura 3: Discriminação das áreas de influência de cada unidade Hospitalar, fonte [6]..	5
Figura 4: Evolução legislativa em Portugal [8].....	7
Figura 5: Esquema de funcionamento da produção e distribuição de vapor, [7].	12
Figura 6: Geradores de vapor, fonte [7].	13
Figura 7: Características gerais do queimador Riello Burners RS300 [7].	14
Figura 8: Esquema de alimentação da caldeira (catálogo TERMEC) / Regulador automático de nível e as bombas de alimentação à caldeira 2, [7].....	15
Figura 9: Esquema de funcionamento das AQS.....	16
Figura 10: Depósitos de inércia de AQS e bombas centrífugas das AQS, [7].	17
Figura 11: Indicação da média dos últimos 3 anos das percentagens gastas com o consumo do gás natural.	19
Figura 12: Indicação da média dos últimos 3 anos das percentagens gastas com o consumo da eletricidade.	21
Figura 13: Caldeira Buderus Logano Plus GB 402 com 545kW de potência, [13,14]. .	26
Figura 14: <i>Chiller</i> da AERMEC [15, 16].	28
Figura 15: <i>Chiller</i> AERMEC WRL600H [15,17]	28
Figura 16: Painel solar térmico proposto [19].	31
Figura 17: Localização proposta para aplicar os painéis solares térmicos para AQS, [18].	31
Figura 18: Esquema de princípio do sistema solar térmico para as AQS, da central a gás natural. [20]	32
Figura 19: Esquema de princípio do sistema solar térmico para as AQS da central a eletricidade, [20].....	34

Figura 20: Proposta de instalação do gerador fotovoltaico [18].	36
Figura 21: Fotos dos telhados no piso 11 onde se podem instalar painéis fotovoltaicos	37
Figura 22: Fotos dos telhados virados a sul onde se podem instalar painéis fotovoltaicos.	37
Figura 23: Fotos dos telhados virados a norte onde se podem instalar painéis fotovoltaicos.	37
Figura 24: Pannel fotovoltaico proposto para a <i>Proposta D</i> [22].	38
Figura 25: Inversor proposto para a <i>Proposta D</i> [23].	39
Figura 26: Vista aérea das localizações propostas para instalação do gerador fotovoltaico da <i>Proposta E</i> [18].	41
Figura 27: Vista lateral das localizações propostas para instalação do gerador fotovoltaico da <i>Proposta E</i> [18].	41
Figura 28: Fotografia do local virado a nascente e a sul do solo onde se pode instalar o gerador fotovoltaico.	42
Figura 29: Fotografia do local virado a sul do solo onde se pode instalar o gerador fotovoltaico.	42
Figura 30: Fotografia panorâmica do local do solo onde se pode instalar o gerador fotovoltaico.	42
Figura 31: Painéis fotovoltaicos propostos para instalar na <i>Proposta E</i> , [22].	44
Figura 32: Inversor proposto para a <i>Proposta E</i> [23].	45

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Área de pavimento e pé-direito ponderado.....	6
Tabela 2: Necessidades de vapor direto de projeto [7].....	13
Tabela 3: Características gerais das caldeiras.....	14
Tabela 4: Dados de referência do gás natural.....	14
Tabela 5: Bomba de alimentação do GV2.....	15
Tabela 6: Grupos de bombagem da rede de aquecimento.	16
Tabela 7: Grupos de bombagem da rede AQS.	17
Tabela 8: Gás natural consumido pelo Hospital no período indicado e outros indicadores de consumo.....	18
Tabela 9: Eletricidade consumida pelo Hospital no período indicado e outros indicadores de consumo.....	20
Tabela 10: Preço da energia elétrica para os vários períodos do ciclo horário	21
Tabela 11: Apresentação dos gastos de ambas as energias e somatório dos gastos.....	22
Tabela 12: Consumo atual de gás natural, consumo futuro e diferença entre ambos.....	26
Tabela 13: Consumo atual, consumo futuro (<i>Proposta B</i>) e consumos e custos evitados.	29
Tabela 14: Necessidades de energia (gás natural) para AQS, impacto ambiental e custos evitados.....	33
Tabela 15: Necessidades de energia (eletricidade) para AQS, impacto ambiental e custos evitados.....	35
Tabela 16: Potência do gerador fotovoltaico da <i>proposta D</i>	39
Tabela 17: Consumo atual, energia produzida pelo gerador, gastos e impacto ambiental evitados.....	40
Tabela 18: Potência do gerador fotovoltaico da <i>Proposta E</i>	45
Tabela 19: Consumo atual, energia produzida pelo gerador, gastos e impacto ambiental evitados.....	46

Tabela 20: Consumo atual de energia primária e consumos evitados	47
Tabela 21: Impacto ambiental atual e evitado.	49
Tabela 22: Custos atuais da energia e custos evitados.	51
Tabela 23: Combinações possíveis das propostas.	51
Tabela 24: Atuais e futuros consumos das combinações.	51
Tabela 25: PRS das combinações possíveis.	53

LISTA DE SIGLAS

A

AQS - Águas Quentes Sanitárias

B

BAQ's - Bombagem de AQS

C

CHMT - Centro Hospitalar do Médio Tejo

CO₂ - Dióxido de Carbono

COP - Coeficiente de Desempenho

E

ENE - Estratégia Nacional de Energia

F

FE - Fator de Emissão de Gases

G

GWh - Giga Watt-hora

GV - Grupo de Vapor

K

kW - KiloWatt

kWh - Kilowatt hora

kWh_{ep} - KiloWatt hora de Energia Primária

N

NE - Nordeste

NO - Noroeste

NUT - Nomenclaturas de Unidades Territoriais para Fins Estatísticos

P

PCI - Poder calorífico Inferior MJ/kg ou tep/t.

PNAEE - Plano Nacional de Ação de Eficiência Energética

PNAER - Plano Nacional de Energia Renovável

PRS - Período de Retorno Simples (€)

R

REH - Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Habitação

RECS - Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Comércio e Serviços

S

SA - Sociedade Anónima

SCE - Certificação Energética de Edifícios

SE - Sudeste

SIE - Serviço de Instalações e Equipamentos

SO - Sudoeste

T

t/CO₂ - Tonelada de Dióxido de Carbono

U

UTA's - Unidades de Tratamento de Ar

Símbolos

Σ - Somatório

1 Introdução

O presente projeto, que surge no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica - Projeto e Produção Mecânica, tem como intuito propor a remodelação do sistema de produção de energia para o aquecimento central, Águas Quentes Sanitárias (AQS) e aplicação de energias renováveis no Hospital Doutor Manoel Constâncio, em Abrantes.

O Hospital possui um sistema gerador de vapor a alta pressão, em que o vapor é gerado pelo aquecimento de água, através da queima de gás natural numa caldeira. Hoje em dia, este sistema de transmissão de calor apresenta pouca eficiência energética.

Para a referida remodelação serão apresentados dois sistemas distintos para a produção de calor: um a gás natural (caldeira de condensação) e outro a eletricidade (*Chiller*). A cada um dos sistemas encontram-se agregadas as respetivas soluções solares térmicas para as AQS.

Este projeto, para além de apresentar propostas para a remodelação da central térmica, apresenta também propostas para a implementação de energias renováveis (sistema solar térmico para AQS e produção de energia elétrica através de um sistema fotovoltaico) no Hospital.

Antes de se proceder à análise dos consumos, procedeu-se à consulta das faturas de eletricidade e do gás natural dos últimos três anos. Este procedimento serviu para a desagregação de consumos.

Concluída esta etapa, aferiram-se quais as novas necessidades de consumo energético do edifício. Após consulta do Decreto-lei 118/2013 [1] das respetivas portarias e decretos [2-5] fez-se uma consulta de mercado a fim de se apurar quais os equipamentos que cumpriam os requisitos expostos no decreto-lei mencionado (COP/EER e η_t). Por último, apresentou-se o período de recuperação simples do capital investido (PRS).

Com estes equipamentos e novas tecnologias de produção de energias, o Hospital irá conseguir reduzir custos, dependências energéticas e oscilações constantes nos preços de alguns combustíveis que utiliza presentemente.

2 Objetivos

O presente projeto tem como intuito apresentar propostas para a redução de consumos energéticos e custos com a energia no Hospital.

A requalificação da central térmica do Hospital tem como objetivos: readaptar a central térmica à realidade atual no que se refere às necessidades de aquecimento e AQS; Aplicar energias renováveis (solar térmico e fotovoltaico).

A requalificação apresenta as seguintes oportunidades: escolha de equipamentos com alta eficiência energética e manutenção reduzida; Redução da dependência energética importada; Aplicação de equipamentos que oferecem uma maior segurança.

A aplicação de energias renováveis traz as seguintes oportunidades: redução da dependência energética; Redução do impacto ambiental.

Por fim, o estudo do PRS dos sistemas propostos tem o intuito de verificar a viabilidade da remodelação da central térmica e da aplicação dos sistemas de energia renovável no Hospital.

3 Breve Resenha Histórica do Hospital

A unidade Hospitalar em Abrantes foi fundada pelo Conde de Abrantes com a sua esposa em 1483, ficando este disperso por vários hospitais e albergarias nesta cidade. Em 1488 o Rei d. João II ordenou que o Hospital fosse apenas um edifício único, mas esta ordenação só se veio a efetivar em 1530, que coincidiu com a fundação da Santa Casa da Misericórdia. O Hospital ficou sob a alçada desta instituição até 1975.

No decorrer da década de 70, mais propriamente no ano de 1975, o Hospital deixou a dependência da Santa Casa da Misericórdia e passou para a tutela do estado Português, na qual se encontra até hoje. Decorria o ano de 1979, quando o Ministério da Saúde deu ordem para a construção do atual edifício que foi inaugurado a 25 de outubro de 1985.

Com a portaria nº. 209/2000, de 6 de abril, o Hospital de Abrantes deixou de ser Hospital distrital de Abrantes, tendo sido criado o Grupo Hospitalar do Médio Tejo que inclui também os hospitais distritais de Tomar e Torres Novas, mantendo cada um a sua autonomia financeira e administrativa, tendo, no entanto, uma coordenação comum. Mas em 2001 houve nova mudança de estatuto através da Portaria 1277, de 13 de novembro, onde se extinguem os referidos hospitais distritais e é criada uma única instituição, sendo esta agora designada como Centro Hospitalar do Médio Tejo, com gestão integrada.

Em 2002 houve nova alteração ao estatuto da instituição pelo Decreto-Lei 301/2002 de dezembro, que transformou o centro Hospitalar em sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos com designação de Centro Hospitalar do Médio Tejo, SA [6].

3.1 Área de Abrangência do CHMT

O centro Hospitalar figura 1 abrange 15 concelhos: no distrito de Santarém (12 concelhos), Castelo Branco (1 concelho) e Portalegre (2 concelhos) e serve uma população de cerca de 266000 habitantes, sendo que a unidade de Abrantes (figura 2 e 3) tem a cobertura de 85000 habitantes, isto é, cerca de 31% do total dos habitantes cobertos pelo CMHT.



Figura 1: Foto do Hospital de Abrantes, situado na margem norte do Rio Tejo e a sul da cidade de Abrantes, [6].



Figura 2: Imagem de pormenor da localização do Hospital, fonte Google.

Na figura 1 pode-se observar a fachada principal do Hospital, na figura 2 a localização geográfica do Hospital e na figura 3 pode-se identificar a área de influência do CHMT, estando descriminada a área de influência de cada unidade Hospitalar.

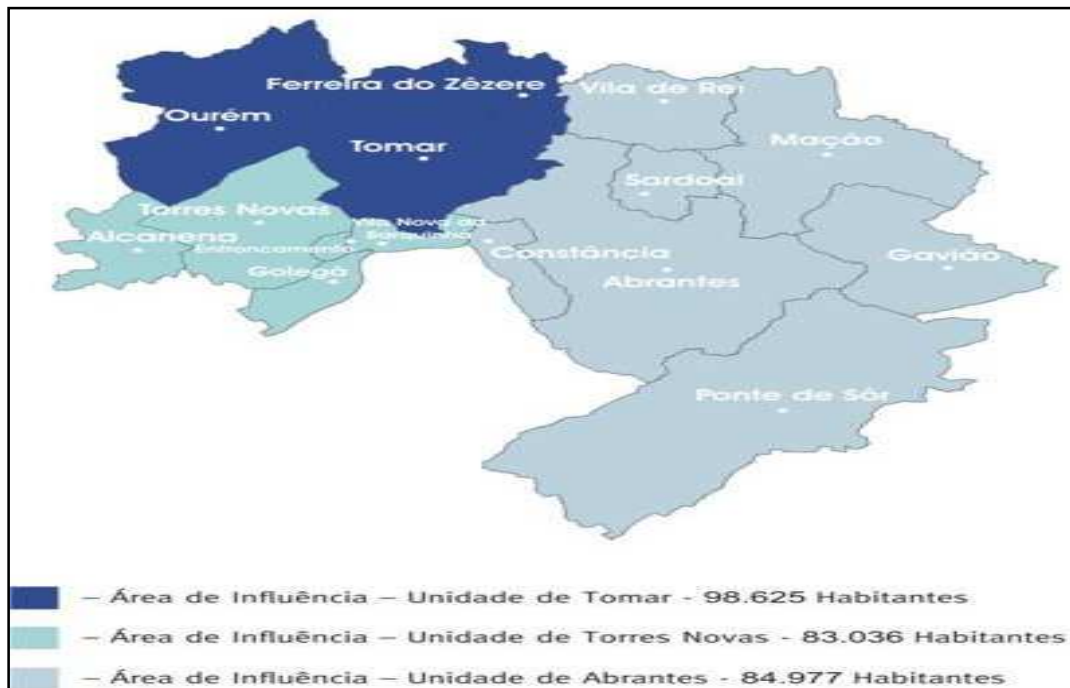


Figura 3: Discriminação das áreas de influência de cada unidade Hospitalar, fonte [6].

3.2 Descrição Geral do Hospital

O edifício do Hospital de Abrantes é constituído por doze pisos tendo uma área de implantação de 6482 m².

Sendo que os pisos 0, 1, 4, e 11 são unicamente usados como áreas técnicas; os pisos 2 e 3 tem-se os principais serviços do Hospital; o piso 5 é apenas dedicado ao serviço de neonatologia; do piso 6 ao 10 estão os quartos de internato e gabinetes médicos, estes pisos estão divididos em três alas em cada um deles.

Atualmente, o Hospital tem zonas que já se encontram desativadas, nomeadamente o piso 10. Esta situação não é nova, pois o referido piso já foi desativado há alguns anos, devido à construção de outras unidades Hospitalares com os mesmos serviços que pertencem ao mesmo centro Hospitalar.

Aquando da construção do Hospital de Abrantes, o objetivo era o de abranger uma população com cerca de 100000 habitantes nesta zona. No entanto, o Hospital serve, presentemente, aproximadamente 85000 habitantes. Isto significa que de momento está sobre dimensionado para a população que está a servir, tendo assim capacidade para um futuro crescimento da população da sua área de influência, sem que se tenha de fazer uma remodelação do espaço ou algum acrescento.

3.3 Descrição das Zonas do Hospital por Piso

O edifício tem 11 pisos com os diversos espaços distribuídos da seguinte forma:

- Piso 0 - INEM, Ginásio, Arrumos, Oficinas, Zonas técnica;
- Piso 1 - Arrumos, Farmácia, Casa mortuária, Rouparia, Cozinha, Vestiários, Central térmica;
- Piso 2 - Bloco operatório, Pequeno bar, Serviços de exames e tratamentos diversos, Serviço de urgências, Consulta externa, Laboratório de análises clínicas, Esterilização, Zona técnica (UTA), Arrumo;
- Piso 3 - Gabinetes administrativos, Arquivo, Bar e refeitório, Biblioteca, Banco de sangue, Centro de saúde;
- Piso 4 - Zona técnica;
- Piso 5 - Bloco de partos, Quartos de Internamento neonatologia, Gabinetes médicos, Quartos de Internamento gera;
- Piso 6 - Cuidados intensivos, Quartos de internamento gera;
- Pisos 7 a 9 - Gabinetes médicos, Quartos de Internamento geral;
- Piso 10 - Desocupado;
- Piso 11 - Cobertura.

A tabela 1 apresenta a área total coberta do edifício, a área útil de pavimento (excluindo zonas técnicas e arrumos), a área climatizada e o pé-direito médio ponderado total. O pé-direito médio ponderado varia entre 2,60 m no piso 5 e 4,93 m no piso 1.

Tabela 1: Área de pavimento e pé-direito ponderado.

Área total [m ²]	33888
Área útil [m ²]	25816
Área climatizada [m ²]	22234
Pé-direito médio total [m]	3,23

No que diz respeito à planta do edifício, do piso 4 ao piso 10, este tem uma configuração quase idêntica, sendo constituído por um núcleo central e duas alas laterais com topos orientados a NE e a SO e fachadas longitudinais a NO e SE. O piso 0 encontra-se praticamente todo abaixo do nível do solo, possuindo algumas paredes exteriores no quadrante sul. Os pisos 1 e 2 têm maior área de pavimento, desenvolvendo-se mais do que os superiores para o quadrante sul. O piso 3 apresenta uma dimensão reduzida em relação aos anteriores.

O Hospital tem uma capacidade para 204 camas distribuídas entre os pisos 6 e 10 do edifício (zona de Internamento e Cuidados Continuados). Existem 2 grupos de elevadores (um grupo com 2 elevadores e outro com 3); no núcleo central (do piso 0 ao piso 9); existe um elevador no topo de cada ala (do piso 1 ao piso 9) [7].

3.4 Legislação nacional em vigor

Ao longo das últimas décadas, mais particularmente nos últimos anos, tem-se assistido a uma evolução da legislação referente ao aumento da eficiência energética dos edifícios. A implementação destes regulamentos tem sido alvo de um esforço acrescido por parte do governo português, dando ênfase à utilização de energia renovável. A forte promoção de eficiência energética levada a cabo pelo Estado permitiu que ao longo dos últimos anos se tenha adquirido alguma experiência relevante nesta área, o que contribuiu para um aumento da eficácia deste tipo de legislação em Portugal, como se pode observar na figura 4.

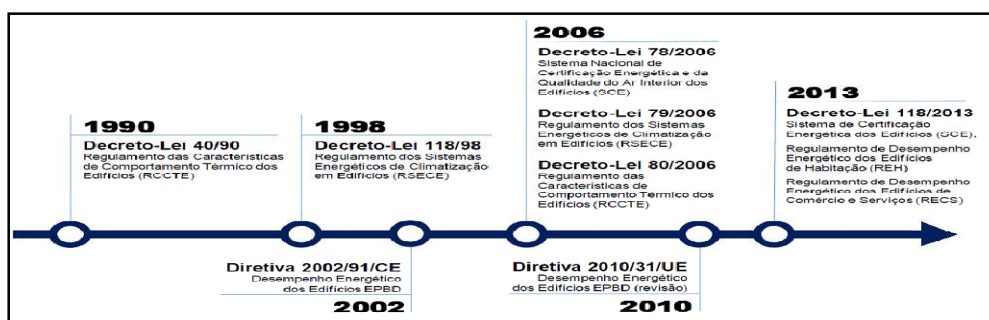


Figura 4: Evolução legislativa em Portugal [8].

3.5 Legislação energética

O Decreto-Lei (DL) nº40/90, que aprovou o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), foi a primeira legislação que impôs requisitos ao projeto de novos edifícios e de grandes remodelações. Em 1998 surge o DL nº118/98, que aprovou o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE). Este regulamento marcou o aparecimento das regras do dimensionamento e instalação de equipamentos de climatização. Em 2006, após a publicação da Diretiva 2002/91/CE, Portugal procedeu à sua transposição lançando um pacote legislativo que continha o DL nº78/2006, o DL nº 79/2006 (revoga o DL nº118/98) e o DL nº80/2006 (revoga o DL nº 40/90).

Com vista a procurar uma contínua melhoria do desempenho energético dos edifícios, é publicada em 2010, a Diretiva 2010/30/EU. Ao serem introduzidos novos objetivos em relação à Diretiva anteriormente em vigor e a partir do momento que a nova Diretiva é transposta para a lei portuguesa, o país tem a necessidade de rever a legislação de forma a adaptar-se às novas alterações. Desta forma é lançado um novo pacote de medidas energéticas, o DL nº 118/2013, para os Edifícios, num único diploma, onde se inclui, o Sistema de Certificação Energética dos edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). Com a entrada em vigor deste

novo diploma, e que está em vigor atualmente, são revogados o DL n°78/2006, o DL n°79/2006 e o DL n°80/2006.

No âmbito da Estratégia Nacional para a Energia para o setor da indústria, foi publicado o DL n°71/2008, de 15 de Abril, que regulamenta o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE). Este Sistema aplica-se às instalações consumidoras intensivas de energia com consumos superiores a 500 tep/ano, resultando da revisão do RGCE- Regulamento de Gestão dos Consumos de Energia, uma das medidas constantes do PNAEE – Plano Nacional de Ação em Eficiência Energética. Define ainda quais as instalações Consumidoras Intensivas de Energia (CIE), estendendo a sua aplicação a um conjunto mais abrangente de empresas e instalações com vista ao aumento da sua eficiência energética tendo em atenção a necessidade de salvaguardar a respetiva base competitiva no quadro da economia global [8].

3.6 Enquadramento Legal

Com base no Decreto-Lei 118/2013, o presente edifício enquadra-se Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), por definição o edifício enquadra-se no artigo 2 na alínea *ff*: «Grande edifício de comércio e serviços» ou «GES», o edifício de comércio ou serviços cuja área interior útil de pavimento, descontando os espaços complementares, iguale ou ultrapasse os 1000 m², ou 500 m², no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas.

Ao estar a estuda-se a qual a possibilidade da troca da central a vapor por outro sistema de produção de energia está-se a ir de encontro o artigo 32 do capítulo IV do decreto-lei que refere: O RECS estabelece as regras a observar no projeto, construção, alteração, operação e manutenção de edifícios de comercio e serviços e seus sistemas técnicos, bem como os requisitos para a caracterização do seu desempenho, no sentido de promover a eficiência energética e a qualidade do ar interior.

No artigo 47 do Decreto-lei, no ponto 4, refere que a avaliação de um GES deve ser realizada de seis em seis anos, sendo a correção e tempestividade da avaliação comprovada pela:

b) Elaboração de um relatório de avaliação energética acompanhado dos elementos comprovativos que suportem a análise, bem como de toda a informação que justifique as opções tomadas, devendo essa informação permanecer disponível preferencialmente em formato eletrónico por um período mínimo de seis anos [1].

3.7 Portugal 2020 - Enquadramento

3.7.1 Quadro das metas europeias “20-20-20”

O quadro das metas europeias “20-20-20” define os objetivos energéticos a serem cumpridos até ao ano 2020, abrangendo todos os estados membros da União Europeia (UE). Pretende-se, assim:

- Alcançar uma redução de 20% nas emissões de gases com efeito de estufa (GEE), (ou em 30%, se for um edifício público);
- Aumentar em 20% a quota de utilização de energias renováveis no consumo final bruto;
- Aumentar em 20% a eficiência energética;
- Reduzir o consumo de energia primária em 20%, através do aumento da eficiência energética;
- Incorporar 10% de energias renováveis no setor dos transportes até 2020.

No entanto, o caso concreto de Portugal, foi estabelecida uma redução de 25% no consumo de energia previsto para 2020, limitando-o em cerca de 22,5 Mtep. Esta traduz uma diferença de 7,5 Mtep face ao valor esperado (30 Mtep). Para além do referido, estipulou-se ainda uma diminuição de 30% nos consumos energéticos relativos aos edifícios do setor público e pretende-se que 31% do consumo final bruto de energia, assim como 10% da energia total utilizada para os transportes, sejam conseguidos através do recurso a energia proveniente de fontes endógenas renováveis. Simultaneamente quer-se reduzir a dependência energética, alcançando-se um *mix* energético equilibrado, garantindo, assim, uma maior segurança do abastecimento [9].

As propostas anteriormente referidas têm como objetivo a meta ambiental que pretende limitar em 1%, até 2020 e face aos valores de 2005, as emissões de GEE em todos os sectores não abrangidos pelo regime de Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE). O CELE é um mecanismo flexível previsto no contexto do Protocolo de Quioto, o qual se constitui o primeiro instrumento de mercado intracomunitário de regulação das emissões de GEE [10].

3.7.2 Estratégia nacional – PNAEE 2016 e PNAER 2020

Segundo [9], a política energética nacional visa dois princípios essenciais, a racionalidade económica e a sustentabilidade. Com vista a atingi-los, é necessário promover medidas de eficiência energética, aumentar a utilização de energias renováveis e reduzir os custos inerentes.

Foram criados, nesse sentido, o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER), os quais pretendem assegurar os objetivos impostos pela UE e garantir a continuidade das

medidas que permitem alcançar o desenvolvimento do modelo energético proposto, sem comprometer a competitividade entre empresas e/ou a qualidade de vida dos cidadãos europeus. Pretende-se ainda, com a sua implementação, reforçar a necessidade de adoção e coordenação dos já existentes programas de eficiência energética (Fundo de Eficiência Energética, Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica, Fundo de Apoio à Inovação e Fundos do Quadro de Referência Estratégica Nacional), e dar ênfase à necessidade de conclusão da execução do programa de Eficiência Energética na Administração Pública (ECO.AP), bem como à necessidade de diversificação de energia, tendo sido reavaliados não só os investimentos em energias renováveis como novos modelos de remuneração para a utilização de tecnologias mais eficientes com papel relevante.

De forma a existir uma ação centrada no cumprimento dos objetivos nacionais e europeus, reduzindo-se o investimento necessário e aumentando a competitividade nacional, o PNAEE e PNAER, que até 2013 eram tratados separadamente, foram agora integrados. Alinharam-se assim os respetivos objetivos, tendo como base o consumo de energia primária e a necessária contribuição do setor energético para que se reduzam as emissões de GEE. Foram substituídas, após esta integração, as medidas difíceis de quantificar ou com um impacte final reduzido e reforçadas outras medidas existentes, com maior facilidade de implementação e de menores custos. A criação destes dois planos foi feita com base na necessidade de criação de instrumentos de planeamento energético que permitissem alcançar as metas e os compromissos assumidos por Portugal em matéria de eficiência energética e da sua utilização de energia proveniente de fontes renováveis [8].

3.7.3 Fontes de Financiamento

Pretende-se que o PNAEE 2016 seja executado através de medidas regulatórias, onde serão impostas não só penalizações sobre equipamentos ineficientes mas também requisitos mínimos de classe de desempenho energético. Foram criados, nesse sentido, mecanismos de incentivo ao financiamento proveniente de fundos que disponibilizem verbas para a aplicação e execução de programas de eficiência energética, tais como:

- Fundo de Eficiência Energética (FEE);
- Fundo de Apoio à Inovação (FAI);
- Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (PPEC);
- Fundo Português do Carbono (FPC);
- Quadro de Referência Estratégica Nacional (QREN).

É atribuída uma enorme importância ao papel da DGEG na correta utilização dos vários instrumentos de financiamento existentes, e na sua adequada coordenação juntamente com as suas entidades gestoras [11].

4 Apresentação e Descrição dos Equipamentos e Consumos de Energia

De momento, existem dois tipos de energia a ser consumida e mais uma de emergência no Hospital de Abrantes:

- Elétrica;
- Gás natural natural;
- Gasóleo (sistema de emergência).

O gás natural natural é utilizado para o aquecimento central, AQS e para o aquecimento das marmitas na cozinha, através da queima do gás natural nos geradores de vapor (caldeiras).

Ao nível da alimentação do gás natural natural para o Hospital, o combustível é adquirido através da rede de gás natural natural, gastando em média nos últimos 3 anos de consumo 5,446 GWh/ano (Para uma análise mais detalhada atente-se na tabela 9).

Ao nível da energia elétrica o Hospital é alimentado com média tensão, 744kW de potência, que é transformada em baixa tensão nos respetivos pisos e serviços, gastando em média nos últimos 3 anos de consumo 2,314GWh/ano (Para uma análise mais detalhada atente-se na tabela 10).

Para segurança do Hospital, e precavendo algum imprevisto, existe também um depósito subterrâneo de gasóleo destinado ao gerador de emergência, entrando este em ação aquando da falha de alguma das outras energias.

O Hospital é um edifício que tem cerca de 30 anos de existência, tendo sido projetado com tecnologia de vanguarda aquando da execução do seu projeto. É normal que já tenha sofrido várias alterações devido ao avanço tecnológico de alguns equipamentos, o que tornou algumas máquinas obsoletas. Algumas delas já foram entretanto substituídas por outras mais avançadas, tendo acontecido o mesmo a algumas máquinas que tiveram o seu fim de vida útil, como por exemplo o *chiller* do sistema de arrefecimento.

As áreas técnicas do Hospital estão distribuídas por vários pisos no edifício, estando as principais zonas técnicas situadas nos pisos 0, 1, 4 e 11. O piso 0 encontra-se reservado para as oficinas do Serviço de Instalações e Equipamentos (SIE). A central térmica, a central de frio, a central de gases medicinais, bem como o PT e o gerador de emergência estão instaladas no piso 1 do Hospital. Exclusivamente dedicado a áreas técnicas está o piso 4, onde existem vários equipamentos como algumas UTA'S e unidades de extração de ar. No piso 11 encontra-se a grande maioria das unidades de extração de ar, bem como as salas das máquinas dos elevadores.

4.1 Grandes Consumidores de Energia

Tendo em conta o consumo do gás natural natural, apenas se irá abordar a remodelação do sistema: caldeiras de produção de vapor.

4.1.1 Produção de Vapor

Na figura 5 encontra-se o esquema de funcionamento da produção e distribuição de vapor.

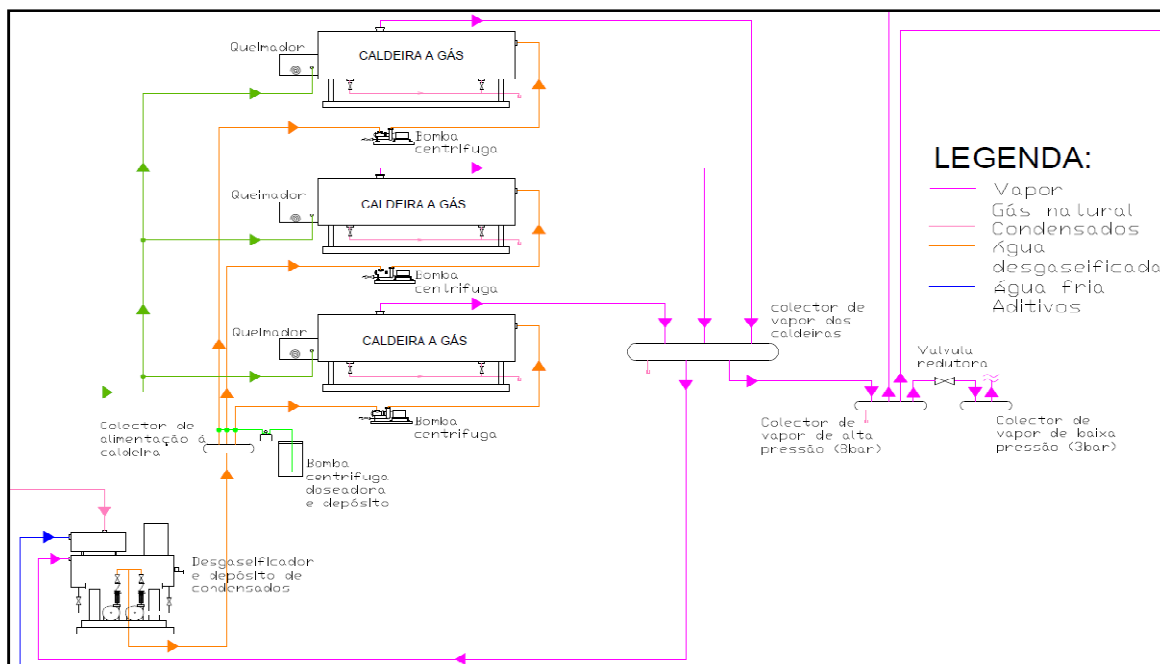


Figura 5: Esquema de funcionamento da produção e distribuição de vapor, [7].

Como já foi referido, os geradores de vapor (caldeiras) têm como principal função assegurar o aquecimento de água para climatização (aquecimento central) e para as AQS, sendo a produção de vapor feita por três caldeiras TERMEC modelo Condor (figura 6), tendo duas das caldeiras uma capacidade de produção de vapor de 3000 kg/h a 10 bar e outra de 3500 kg/h a 10 bar.

Estas caldeiras, com o decorrer dos anos, já sofreram algumas alterações, uma vez que inicialmente o combustível era a nafta e de momento é o gás natural natural.

De momento, estas encontram-se sobredimensionadas para as necessidades do Hospital, que apenas necessita de 1300 kW de potência para o aquecimento central e AQS [12]. A necessidade de vapor agora é mínima devido ao fecho de diversos serviços (lavandaria, esterilização, entre outros). Em breve deixará também de existir a necessidade de produção de vapor para as marmitas, uma vez que este vapor será produzido na zona

onde são feitas as referidas marmitas. Quanto tal acontecer, o vapor apenas será para as AQS e aquecimento central.

As caldeiras instaladas produzem vapor a uma pressão máxima de 10bar. Atualmente, a sua produção cifra-se a 8 bar. Neste caso não há necessidade de maiores exigências, pois só se necessita de uma das caldeiras em funcionamento e, nem sempre em funcionamento contínuo. Isto é, a caldeira vai trabalhando conforme as necessidades pretendidas, dado que o vapor para o aquecimento central só se torna necessário nos meses de aquecimento, sendo que para as AQS é o ano inteiro.

Presentemente já existem soluções mais viáveis e que dão garantias com consumos muito mais baixos e com outro tipo de utilização de energias mais limpas. Além disso, os respetivos sistemas são muito mais simples de utilizar e a necessidade de manutenção é menor.

A escolha das caldeiras foi feita com base nas necessidades de vapor direto (tabela 2) de modo a que fosse possível dar resposta às necessidades pretendidas com apenas uma caldeira. Aquando do projeto, deixou-se apenas uma das caldeiras em funcionamento, outra de prevenção, podendo a terceira estar disponível para se fazer a manutenção necessária [7].

Tabela 2: Necessidades de vapor direto de projeto [7].

Local de Utilização de Vapor	Necessidade de Vapor Direto
Cozinha	600 kg/h
Lavandaria	1000 kg/h
Esterilização	500 kg/h
Destiladores e autoclaves	800 kg/h
Total	2900 kg/h

Na figura 6 mostram-se as caldeiras Condor 75m² x 10 bar actualmente existentes e na tabela 3 encontram-se as suas características gerais:

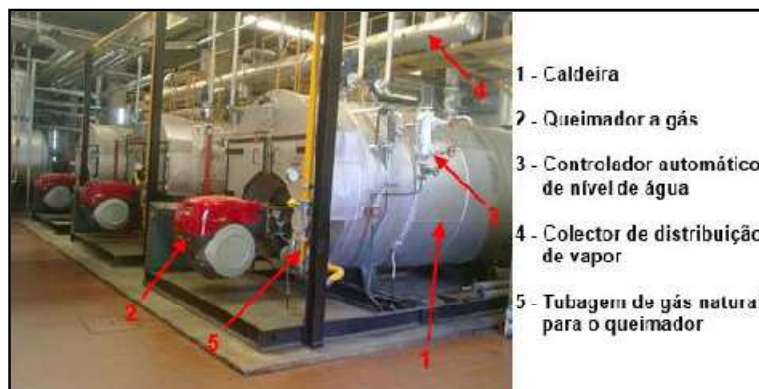
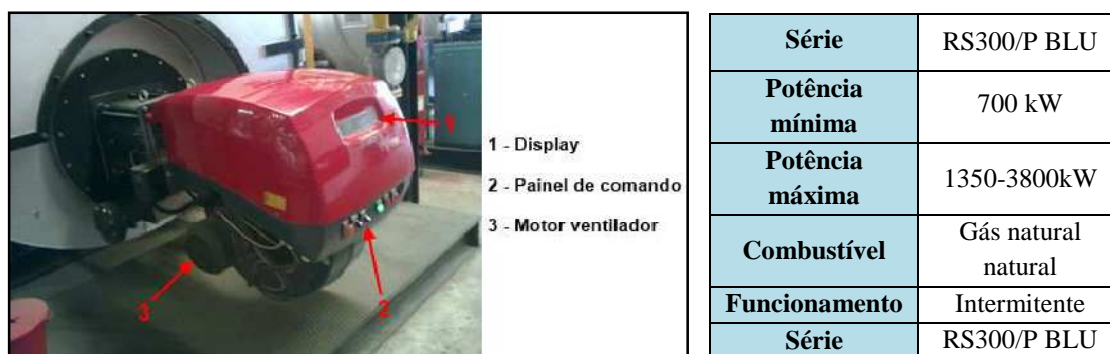


Figura 6: Geradores de vapor, fonte [7].

Tabela 3: Características gerais das caldeiras.

Ano de Fabrico	1979
Timbre (pressão máxima de serviço)	10 bar
Produção de vapor	3000 kg/h
Superfície de aquecimento	75,00 m ²
Capacidade	8300 m ³
Combustível	Gás natural Natural

Os queimadores utilizados nas caldeiras são queimadores a gás natural da marca Riello Burners, modelo RS300 (figura 7), que têm uma estrutura monobloco modular, ou seja, não é apenas um bloco único, mas sim vários elementos que em conjunto formam toda a estrutura. Na figura 7 estão também as características gerais dos queimadores [7].

**Figura 7:** Características gerais do queimador Riello Burners RS300 [7].

No Gerador de Vapor encontra-se definido todo o sistema de produção de vapor, assim como o rendimento do gerador. O gerador GV2 apresenta um rendimento de 79% [12].

Dado os restantes geradores de vapor se encontrarem parados foram considerados os valores obtidos em auditoria anterior, na qual foi determinado o rendimento de 75,8% para os geradores GV1 e GV3 [12].

Segundo o Despacho 17313/2008, o gás natural natural recebido da rede de distribuição deve apresentar determinadas características, que se encontram resumidas na tabela 4.

Tabela 4: Dados de referência do gás natural.

PCI (MJ/kg)	45,1
PCI (tep/t)	1,077
FE (kgCO₂/GJ)	64,1
FE (kgCO₂e/tep)	2 683,7
Peso específico (kg/m³ N)	0,8404
Carbono (% m/m)	78,5
Hidrogénio (% m/m)	21,5

Sendo que:

- PCI é o poder calorífico inferior do gás natural natural, expresso em mega Joule por quilograma (MJ/kg) ou em tonelada equivalente petróleo por tonelada (tep/t).
- FE é o fator de emissão de gases de efeito de estufa expresso em quilogramas de dióxido de carbono equivalentes por energia libertada pelo gás natural natural em giga Joule ou em quilogramas de CO₂ equivalentes por energia libertada pelo combustível em tonelada equivalente petróleo (kgCO₂/tep).

4.1.2 Consumidores de Eletricidade

Para a alimentação do gerador de vapor GV2 cuja potência e caudal estão indicados na tabela 5.

Tabela 5: Bomba de alimentação do GV2.

Marca/Modelo	Potência do motor (kW)	Caudal (m ³ /h)
GRUNDFOSS/A964488584P10345	3	5,7

A bomba encontra-se ligada ao corpo da caldeira como se pode ver na figura 8. Quando o nível de água atinge o limite mínimo, a bóia de segurança aciona um contacto (2), ao acionar o contacto este faz com que a bomba trabalhe e que o nível venha de novo para o aceitável. Quando a bóia chega ao nível máximo, a bóia de segurança aciona o outro contacto (1) que desliga a bomba. Há um primeiro contacto dentro da caldeira (3) que serve como contacto de emergência no caso de haver falta de água dentro da caldeira, e neste caso todo o sistema é parado. Em caso de avaria deste contacto e o nível de água dentro da caldeira continuar a baixar, e contacto e não desligar no queimador existe uma segunda segurança aplicada, se o nível de água continuar a baixar por falta de acionamento do contacto descrito anteriormente, com a caldeira em funcionamento, este entra em ação, como se pode verificar na figura 8 elétrodos (B).

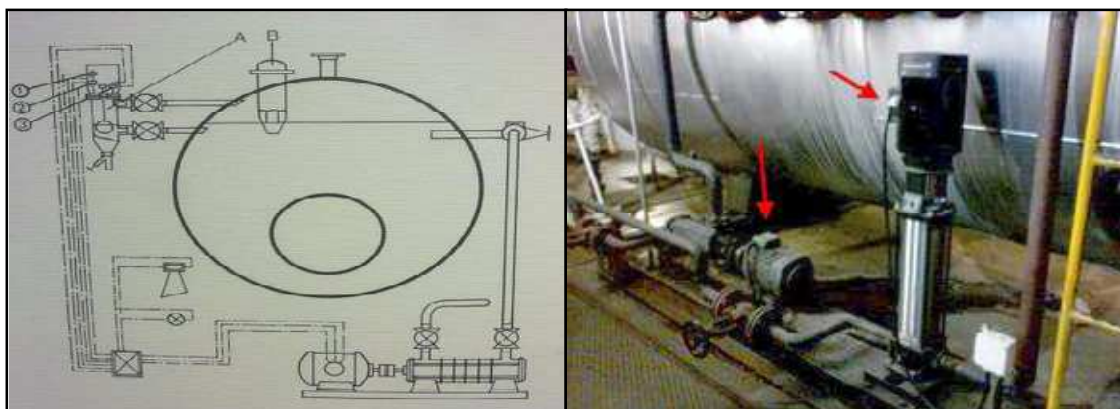


Figura 8: Esquema de alimentação da caldeira (catálogo TERMEC) / Regulador automático de nível e as bombas de alimentação à caldeira 2, [7].

As características das unidades, cujo levantamento foi possível realizar, estão apresentadas.

No circuito de água quente, a distribuição da produção de vapor (gerador) para o permutador é feita por intermédio de diferencial de pressão. Existe depois um circuito primário (permutador /coletor) com duas bombas em redundância (BQP1 e BQP2), funcionando alternadamente e vários circuitos secundários com grupos de bombagem entre o coletor e os emissores (BQS1 a BQS9), conforme descrito na tabela 6 [7].

Tabela 6: Grupos de bombagem da rede de aquecimento.

Código	Circuito	Marca	Potência total dos motores (kW)
BQP1	Primário AC (Permutador/coletor)	GRUNDFOSS	11
BQP2	Primário AC (Permutador/coletor)	EFACEC	7,5
BQS1	Secundário AC (corpo duplo)	GRUNDFOSS	1,5
BQS2	Secundário AC (simples)	EFACEC	2,2
BQS3	Secundário AC (simples)	Jorro	4,0
BQS4	Secundário AC (simples)	Jorro	4,0
BQS5	Secundário AC (simples)	EFACEC	1,1
BQS6	Secundário AC (simples)	EFACEC	1,1
BQS7	Secundário AC (corpo duplo)	WILO	3,0
BQS8	Secundário AC (simples)	Jorro	0,55
BQS9	Secundário AC (simples)	Jorro	0,55

4.2 AQS

Na figura 9 pode-se observar o esquema de funcionamento que está implantado para produção e distribuição das AQS.

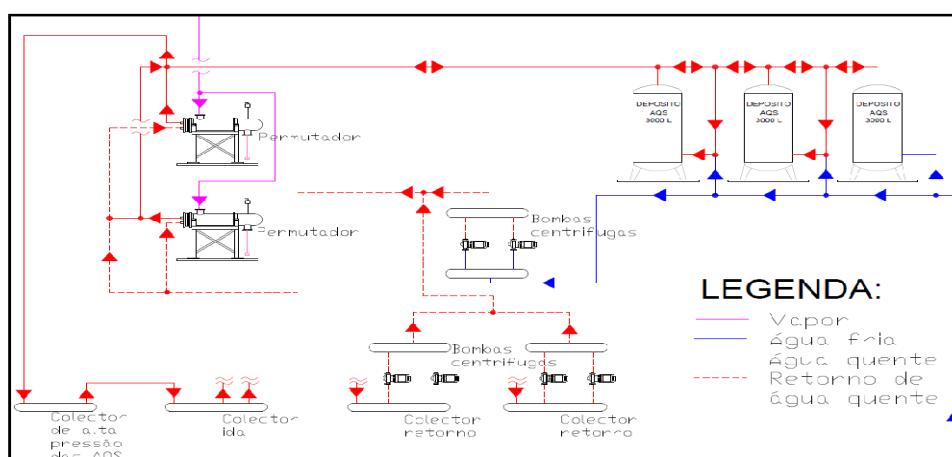


Figura 9: Esquema de funcionamento das AQS.

As AQS são aquecidas através do mesmo gerador de vapor que também faz o aquecimento central. Existe um grupo de bombagem que assegura a circulação entre o permutador e o depósito e dois grupos de bombagem do anel de retorno, um para os pisos 0 a 3 e outro para os pisos 4 a 10. Existem 3 depósitos de 3000 l de capacidade para as instalações sanitárias e cozinhas (2 estão desativados) e outro, com 3500 l de capacidade (desativado) que servia a lavandaria, conforme figura 10. [7]



Figura 10: Depósitos de inércia de AQS e bombas centrífugas das AQS, [7].

A tabela 7 apresenta as características principais das bombas de AQS. [12]

Tabela 7: Grupos de bombagem da rede AQS.

Código	Circuito	Marca	Modelo	Potência (kW)
BAQS 1	Retorno AQS pisos 0 a 3 (corpo duplo)	GRUNDFOSS	UPS 40-60/2F	0,25
BAQS 2	Retorno AQS pisos 4 a 10 (corpo duplo)	GRUNDFOSS	UPS 65-60/4F	0,66
BAQS 3	Depósito/Permutador (corpo duplo)	GRUNDFOSS	UPS 80-60/F	0,88

4.3 Consumo de Energia

Para se conseguir fazer uma comparação entre as energias usadas no Hospital estas têm de ser convertidas para valores de energia primária.

Assim sendo, teve-se por base a consulta das faturas dos últimos 3 anos, o período que vai de Agosto de 2012 até a Agosto de 2015.

4.3.1 Gás natural Natural

Na tabela 8 está representado o consumo de gás natural dos últimos 3 anos, bem como a média, o desvio padrão, o impacto ambiental e os custos com o gás natural ⁽¹⁾.

Tabela 8: Gás natural consumido pelo Hospital no período indicado e outros indicadores de consumo.

	Consumos e Custos atuais						
	2012/2013 [kWh]	2013/2014 [kWh]	2014/2015 [kWh]	Média [kWh]	Desvio Padrão [kWh]	Impacto Ambiental CO ₂ [t]	Custos €
Janeiro	655487	665501	722977	681322	± 36420	137626	30379
Fevereiro	604767	644905	639652	629775	± 21816	127214	28215
Março	628162	597427	553033	592874	± 37771	119760	27013
Abril	503525	470057	456582	476721	± 24171	96297	22050
Maio	385757	366979	378685	377140	± 9484	76182	17544
Junho	305238	324222	327648	319036	± 12072	64445	15589
Julho	248312	305885	297766	283988	± 31162	57365	13627
Agosto	234323	245833	267663	249273	± 16934	50353	8868
Setembro	212299	244913	245602	234271	± 19032	47322	10043
Outubro	353931	344413	356372	351572	± 6319	71017	15219
Novembro	605865	572826	521575	566755	± 42472	114484	24510
Dezembro	669234	693313	687414	683320	± 12551	138030	30026
Total	5406900	5476274	5454969	5446047	± 167290	1100095	243083

Os valores dos consumos, embora com algumas diferenças tanto a nível mensal como anual, pouco variam nos 3 anos consultados. O desvio padrão situa-se entre os 3 e os 10%. Estes valores podem-se ter ficado a dever a uma afluência anormal de pessoas ao hospital ou às condições climáticas por exemplo.

Pode então assumir-se que o valor de referência para o gás natural utilizado nos cálculos é de 5,446 GWh/ano.

Para se converter a energia do gás natural em energia primária tem-se de recorrer ao despacho 15793-D/2013 de 3 de dezembro artigo 1 alínea b [2], que diz que a conversão de kWh_{ep}/kW é de 1 para combustíveis sólidos, líquidos e gasosos não renováveis.

E no artigo 3 do mesmo despacho menciona também a determinação das emissões de CO₂ para a atmosfera é de 0,202 kgCO₂/kWh os valores CO₂, embora com algumas diferenças tanto a nível mensal como anual, pouco variam nos 3 anos consultados, o que nos leva a simplificar o cálculo pois pode-se fazer uma média dos três anos e considerar o valor obtido.

⁽¹⁾ Apenas se apresenta o custo relativo ao consumo de gás. As taxas e os impostos não são considerados.

Pode assumir-se que se produziu cerca de 1100095 toneladas de CO₂ por ano.

O que significa um gasto médio anual cerca de 243083 € e o preço médio do kWh é de 0,04611€, no período estudado⁽²⁾.

Para melhor se entender os custos associados ao gás natural pode-se observar a figura 11 que indica as percentagens de gastos de cada indicador da média dos últimos 3 anos.

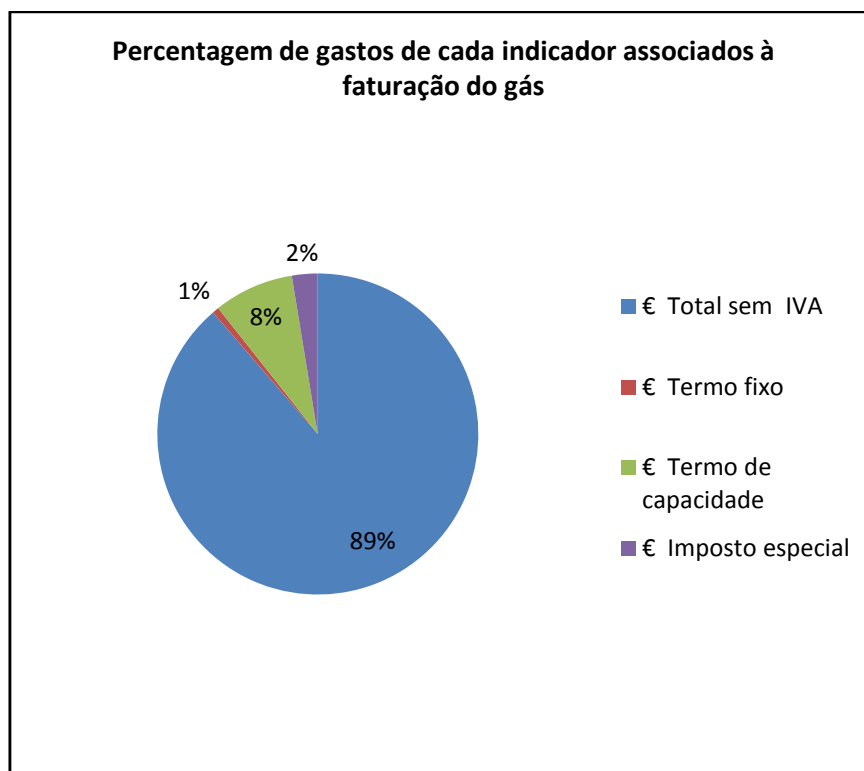


Figura 11: Indicação da média dos últimos 3 anos das percentagens gastas com o consumo do gás natural.

⁽²⁾ Apenas se apresenta o custo relativo ao consumo de gás natural. As taxas e os impostos não são considerados.

4.3.2 Eletricidade

Os dados do consumo da eletricidade foram retirados da faturação da eletricidade consumida pelo Hospital no período definido como mostra a tabela 9.

Tabela 9: Eletricidade consumida pelo Hospital no período indicado e outros indicadores de consumo.

	Consumos e custos atuais						
	2012/2013 [kWh]	2013/2014 [kWh]	2014/2015 [kWh]	Média [kWh]	Desvio Padrão [kWh]	Impacto Ambiental CO ₂ [t]	Custos €
Janeiro	194809	182073	224619	200500	± 21837	28872	18010
Fevereiro	178909	181049	195767	185242	± 9178	26674	17536
Março	191473	189130	192512	191038	± 1732	27509	17954
Abril	174401	181244	172871	176172	± 4459	25368	16519
Maio	182284	181694	200685	188221	± 10798	27103	17470
Junho	175136	192079	221263	196159	± 23333	28246	18382
Julho	181934	211112	229967	207671	± 24201	29904	19627
Agosto	203729	181884	209237	198283	± 14467	28552	17606
Setembro	196964	175382	202031	191459	± 14152	27570	17057
Outubro	174753	182572	212780	190035	± 20082	27365	16957
Novembro	180612	175692	224255	193520	± 26731	27866	15952
Dezembro	190166	181814	217068	196349	± 18422	28274	17451
Total	2225170	2215725	2503055	2314649	± 16475	333303	210521

Como se pode observar na tabela 9 os valores dos consumos, embora com algumas diferenças tanto a nível mensal como anual, pouco variam nos 3 anos consultados. O desvio padrão situa-se entre os 1 e os 13%. Estes valores podem-se ter ficado a dever a uma afluência anormal de pessoas ao hospital ou às condições climatéricas por exemplo.

Pode então assumir-se que o valor de referência para a eletricidade utilizada nos cálculos é de 2,314 GWh.

Para se converter a energia da eletricidade em energia primária tem-se de recorrer ao despacho 15793-D/2013 de 3 de dezembro artigo 1 alínea a [2], que diz que a conversão de kWh_{ep}/kW é de 2,5 para a eletricidade, independentemente da origem (renovável ou não renovável. Isto é, gastou-se 5,786 GWh_{ep} por ano.

E no artigo 3 do mesmo despacho menciona também a determinação das emissões de CO₂ para atmosfera é de 0,144 kgCO₂/kWh.

Os valores CO₂, embora com algumas diferenças tanto a nível mensal como anual estes pouco variam nos 3 anos consultados, o que nos leva a simplificar o cálculo pois pode-se fazer uma média dos três anos e considerar o valor obtido.

Assim pode assumir-se que se produziu cerca de 333303 toneladas de CO₂ por ano.

Na tabela 10 pode-se observar o ciclo horário do Hospital. O preço médio do kWh é cerca de 0.0970€

Tabela 10: Preço da energia elétrica para os vários períodos do ciclo horário

Ciclo Semanal – tetra-horária - Feriados, Segunda a Sexta							
Tarifas (€)		Hora de Inverno Início	Hora de Inverno Final	Hora de Verão Início	Hora de Verão Final	% Inverno	% Verão
Vazio Normal	0,07460€	00:00:00	02:00:00	00:00:00	02:00:00	12,50%	12,50%
		06:00:00	07:00:00	06:00:00	07:00:00		
Super Vazio	0,06780€	02:00:00	06:00:00	02:00:00	06:00:00	16,67%	16,67%
Cheias	0,10020€	07:00:00	09:30:00	07:00:00	09:15:00	50,00%	58,33%
		12:00:00	18:30:00	12:15:00	23:59:00		
		21:00:00	23:59:00				
Pontas	0,11130€	09:30:00	12:00:00	09:15:00	12:15:00	20,83%	12,50%
		18:30:00	21:00:00				

O que significa uma média de gasto anual cerca de 210 521€⁽³⁾.

Para melhor se entender os custos associados à eletricidade pode-se observar a figura 12 que indica as percentagens de gastos de cada indicador.

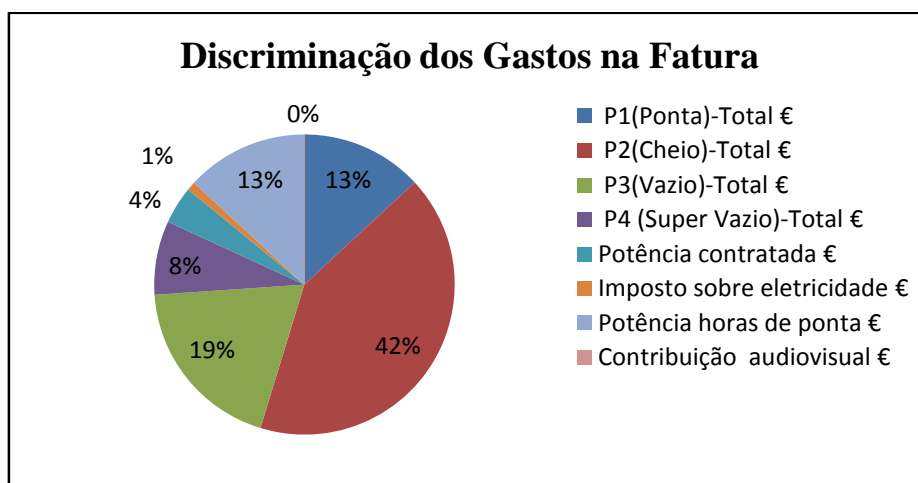


Figura 12: Indicação da média dos últimos 3 anos das percentagens gastas com o consumo da eletricidade.

⁽³⁾ Apenas se apresenta o custo relativo ao consumo da eletricidade. As taxas e os impostos não são considerados.

Quase metade da energia gasta é no horário da tarifa “cheias”. Este período corresponde a cerca de 50% das horas no inverno e 58% no verão. O menor consumo de eletricidade situa-se no horário “super vazio”, tendo este um período de 16% quer no inverno quer no verão.

Apesar de o período “vazio normal” ter a menor percentagem de horário disponível que é de 12,5%, este tem uma boa utilização.

4.3.3 Comparação de Dados entre os Gastos da Eletricidade e o Gás Natural

Para melhor se observar os dados entre o gás natural e a eletricidade, consumidos em média nos últimos 3 anos, atente-se na tabela 11.

Tabela 11: Apresentação dos gastos de ambas as energias e somatório dos gastos.

	Dados		
	Eletricidade	Gás natural	Total
Energia Consumida [kWh]	2314650	5446047	7760697
Energia primária consumida [kWhep]	5786620	5446047	11232666
Impacto Ambiental [t/CO ₂]	333303	1100095	1433406
Custos €	210521	243083	453604

Como se pode verificar o edifício gastou em termos de energia [kWh] cerca de 30% de eletricidade e 70% de gás natural. Em termos de energia primária [kWhep] os valores são praticamente idênticos. Pode-se constatar que a nível de energia primária os consumos estão mais equilibrados.

Ao nível de CO₂ o gás natural, como se pode observar, emite mais gases de estufa que a eletricidade, pois existe ainda uma grande diferença entre os fatores de conversão na legislação que no gás natural é de 0,202 kgCO₂/kWh e na eletricidade é de 0,144 KgCO₂/kWh. O edifício emitiu para a atmosfera cerca de 26% de CO₂ produzido pela eletricidade e 74% pelo gás natural.

Como se constata na tabela 11 os custos com o gás natural foram cerca de 54% e com a eletricidade 46%.

5 Apresentação de Propostas

Como já se pôs em evidência, a central térmica existente no Hospital está sobredimensionada para a atual realidade das necessidades de aquecimento e de AQS.

Assim sendo, através da consulta feita à faturação do gás natural e cruzando os dados da auditoria efetuada recentemente pela *greenvalue* [13] chegou-se à conclusão que a potência necessária para o aquecimento e para as AQS é aproximadamente 1300 kW, sendo estes repartidos por 1178 kW para o aquecimento e 122kW para as AQS.

Na auditoria realizada pela empresa *greenvalue*, foi apresentada uma proposta para a separação dos sistemas: um para o aquecimento e dois para AQS com caldeiras a gás natural modulantes. Isto significa que para o aquecimento central seriam aplicadas 2 caldeiras e para as AQS seriam aplicados 2 sistemas (um no piso 10 e outro no piso 3, cada um deles com painéis solares térmicos e uma caldeira a gás natural como apoio).

Neste processo de remodelação da central térmica teria de haver algumas mudanças significativas, tais como: a separação dos circuitos e a implementação de dois novos circuitos para as AQS. É certo que a referida implementação dos circuitos de AQS não seria difícil de efetuar, mas implicaria obrigatoriamente fazer uma instalação para o gás natural do piso zero até ao último piso, isto para que as caldeiras a gás natural pudessem funcionar.

Tendo já sido apresentada uma proposta com caldeiras a gás natural e para que se possa ter um maior leque de escolha para a referida remodelação, no presente projeto serão apresentadas mais duas soluções: uma a gás natural natural e outra a eletricidade.

Proposta A (Consumo de energia a gás natural):

- Aplicação de caldeiras modulantes (3 caldeiras a funcionar e uma de reserva):
 - Podem produzir calor para o aquecimento central e AQS em simultâneo;
 - Quando não é necessário produzir calor para o aquecimento central, as caldeiras modulantes podem produzir calor apenas para as AQS.

(Esquema de princípio no anexo A):

Proposta B (Consumo de energia elétrica):

- Aplicação de 1 *chiller* (e um de reserva);
 - *Chiller* para o aquecimento central e AQS em simultâneo.
- Aplicação de 1 *chiller* para quando não existe necessidade de aquecimento central (funcionamento sazonal).
 - *Chiller* que entra em funcionamento quando existe a necessidade de produzir só AQS.

(Esquema de princípio no anexo B)

Para além das propostas apresentadas para a remodelação da central térmica, também serão apresentadas propostas para a aplicação de energias renováveis (solar térmico para AQS e fotovoltaico para a produção de energia elétrica).

Proposta C:

- Aplicação de um sistema solar térmico para AQS:
 - 60 Painéis;
 - Energia de apoio - gás natural.
- Aplicação do mesmo sistema solar térmico para AQS:
 - 60 Painéis;
 - Energia de apoio - electricidade.

Quer para as propostas de remodelação para a central térmica, quer para as propostas do sistema solar térmico o circuito primário terá de ser modificado de maneira a ficar preparado para funcionar em circuito de baixa pressão. Caso seja considerada a instalação do sistema solar térmico, o circuito primário terá de ser também adaptado à instalação do circuito dos painéis solares térmicos.

As propostas E e F apresentam sistemas fotovoltaicos de produção de energia elétrica para autoconsumo do Hospital.

Proposta D:

- Aplicação de um gerador fotovoltaico com 1288 painéis;
 - Cada painel a produzir 260W;
- 12 Inversores:
 - 50kWn cada um para converter a energia em corrente contínua;
- Aplicação da totalidade dos painéis no telhado.

Proposta E:

- Aplicação de um gerador fotovoltaico com 1472 painéis;
 - Cada painel a produzir 250W;
- 12 Inversores:
 - 50kWn cada um para converter a energia em corrente contínua;
- Aplicação de 736 painéis no telhado e 736 no solo.

Para concluir, serão também apresentadas, neste estudo, comparações entre os valores obtidos nas propostas mencionadas, isto é, não será apenas o índice económico a ter-se em conta, mas também outros fatores extremamente importantes, como sendo as

poupanças a nível energético (incluindo a energia primária), ambiental e o período de retorno dos investimentos.

Serão comparados não só os novos sistemas estudados para implementar com o existente, mas também serão comparados os novos sistemas entre si para se poder tirar mais algumas conclusões e se poder ter maior consciência do sistemas mais apelativo a montar.

5.1 Proposta A - Central Térmica - Caldeira a Gás Natural

A *Proposta A* consiste em aplicar 4 caldeiras de condensação tendo como combustível o gás natural, isto é, 3 em funcionamento constante e 1 de reserva para algum imprevisto. Assim, o sistema aplicado torna-se redundante como sistema de proteção a falhas, avarias ou mesmo piques de acesso ao Hospital.

Para suprir as necessidades propõe-se a caldeira da marca Buderus Logano Plus GB 402 da figura 13 com 545kW ou equivalente. Cada uma delas pode ter um rendimento máximo de 106,3 % (dados do catálogo da caldeira, (Conforme Anexo C), mas para efeitos de cálculos ir-se-á considerar 97,7% que corresponde ao funcionamento da caldeira em máximo “output” a temperaturas de 80/60°C. Estas caldeiras trabalham a baixa pressão e entre os 60/80°C para o aquecimento da água no circuito primário.

O preço apenas inclui a caldeira, não está incluída a mão-de-obra nem a chaminé.

A potência necessária para suprir as necessidades de aquecimento e de AQS calculadas é de 1300kW, ao aplicar 3 caldeiras cada uma delas com 545kW de potência. Estas perfazem 1635kW de potência, o que no caso até é aconselhável, pois assim esta potência dá uma margem de segurança de cerca de 20%.

Por questões de segurança, será aplicada uma quarta caldeira com a mesma potência da das anteriores, entrando esta em serviço somente em caso de avaria de alguma das que estão em funcionamento ou por outra razão de imprevisto.

O preço de cada caldeira é de 26 318€ + IVA, o que perfaz um investimento cerca de 105 272€ + IVA



Figura 13: Caldeira Buderus Logano Plus GB 402 com 545kW de potência, [13,14].

5.1.1 Consumos e Impacto Ambiental Evitado (*Proposta A*)

O presente consumo de gás natural é cerca de 5,446 GWh ano, sendo que em energia primária, devido ao fator de conversão, se irá cifrar no mesmo valor.

Tabela 12: Consumo atual de gás natural, consumo futuro e diferença entre ambos.

	Consumo atual [kWhep]	Consumo da <i>Proposta A</i> [kWhep]	Consumo Evitado [kWhep]	Impacto evitado CO ₂	Custos evitados [€]
Janeiro	681322	547845	133477	26962	5119
Fevereiro	629775	506397	123378	24922	4866
Março	592874	476725	116149	23463	5032
Abril	476721	383328	93393	18866	4375
Maio	377140	303255	73885	14924	3561
Junho	319036	256534	62502	12625	3761
Julho	283988	26748	257240	51963	12394
Agosto	249273	24031	225242	45499	7760
Setembro	234271	22585	211686	42761	9001
Outubro	351572	282696	6876	13913	2184
Novembro	566755	455723	111032	22429	3497
Dezembro	683320	549452	133868	27042	4692
Total	5446047	3835319	1610728	325369	66242

Através dos dados da tabela 12 constata-se que com a aplicação da nova central térmica reduz-se aproximadamente 28% de consumo de gás natural. Ao nível do impacto ambiental reduz-se as emissões de gases em aproximadamente 30%.

Ir-se-á ter uma poupança a nível monetário com a aplicação das novas caldeiras que têm um rendimento muito superior às instaladas, isto é, passa-se de um rendimento de 79% para um rendimento de 97,7%.

Atualmente, o Hospital só com o gás natural gasta cerca de 243 mil euros anuais. Note-se que, com a aplicação das novas caldeiras, ir-se-á poupar por ano mais de 66 mil euros. Isto corresponde a uma poupança de cerca de 27% em relação à faturação atual.

O investimento desta proposta é de 104634€, obtendo-se uma poupança de 66245€ anuais. Tem-se, portanto, um PRS de 1,6 anos.

5.2 Proposta B - Central Térmica com Chiller

5.2.1 Chiller para as necessidades de AQS e Aquecimento

A *Proposta B* que consiste em num *Chiller* tendo a eletricidade como base para o seu funcionamento.

No caso de a escolha recair sobre a eletricidade propõe-se a aplicação de *Chillers*. Sendo neste caso a aplicação de um *Chiller* somente para as AQS e outro para o aquecimento central e AQS em simultâneo, sendo que o primeiro só entrará em funcionamento quando os gastos associados ao segundo não se justificarem, como por exemplo no verão. Como no caso anterior, torna-se imperioso tornar o sistema redundante, devido a isso serão instalados dois *Chillers*.

Os *Chillers* propostos são da marca AERMEC (figura 14) ou equivalente com um *COP* de 4,45 e uma potência de aquecimento de 1506kW de potência. Este *Chiller* tem a capacidade de aquecer a água acima dos 60°C.

O preço do *Chiller* AERMEC WF 5612 é de 138000€ + IVA o que perfaz um investimento de 276000€ +IVA Catálogo em anexo (Anexo D)

O preço apenas inclui o *Chiller*, não está incluída a mão-de-obra, nem os trabalhos para a sua instalação.



Figura 14: *Chiller* da AERMEC [15, 16].

Recapitulando, são precisos 1300 kW de potência para suprir as necessidades totais do Hospital, sendo que o *Chiller* tem 1506kW de potência.

Com a potência que o *Chiller* debita, assumindo-se como nova central térmica, pode-se dizer que se consegue uma margem de segurança para o aquecimento e para a produção de AQS de cerca de 13%.

5.2.2 *Chiller* para as necessidades apenas de AQS

Neste caso as AQS apenas necessitam de 122kW de potência, tendo-se escolhido um *Chiller* com uma potência de 161kW.

O *Chiller* proposto é da marca AERMEC ou equivalente (figura 15) com um *COP* de 4,35. Este *Chiller* tem a capacidade de aquecer a água acima dos 60°C.

Preço do *Chiller* AERMEC WRL600H é de 21000€ + IVA. Catálogo em anexo (Anexo E)

O preço apenas inclui o *Chiller*, não está incluída a mão-de-obra.



Figura 15: *Chiller* AERMEC WRL600H [15,17]

5.2.3 Consumos e Impacto Ambiental Evitado (*Proposta B*)

Não são apresentados valores em kWh por serem energias diferentes. O valor para comparação apenas será apresentado em kWhep.

Tabela 13: Consumo atual, consumo futuro (*Proposta B*) e consumos e custos evitados.

	Consumo Atual	Consumo da <i>Proposta B</i>	Consumo Evitado	Impacto Ambiental Evitado CO ₂	Custos Evitados
	Gás natural [kWhep]	Elettricidade (<i>Chillers</i>) [kWhep]	[kWhep]	[t]	€
Janeiro	681322	382282	299040	115608	15546
Fevereiro	629775	353360	276415	106861	14505
Março	592874	332655	260219	100600	14106
Abril	476721	267483	209238	80891	11672
Maior	377140	211609	165531	63994	9333
Junho	319036	179008	140028	54134	8644
Julho	283988	21992	261996	56480	13031
Agosto	249273	13489	235784	49576	8345
Setembro	234271	12677	221594	46593	9551
Outubro	351572	197263	154309	59655	7565
Novembro	566755	318000	248755	96168	12171
Dezembro	683320	383403	299917	115947	15150
Total	5446047	2673221	2772826	946507	139619

Na tabela 13 constata-se uma poupança a nível da energia primária na ordem dos 51%, utilizando a eletricidade como fonte de energia. Pode então afirmar-se que as poupanças nas emissões de CO₂ são cerca de 86%. Estes números demonstram uma poupança perto dos 57% a nível de custos só com a energia.

O investimento desta proposta é de 297000€, obtendo-se uma poupança de 139619€ anuais. Tem-se, portanto, um PRS de 4,7 anos.

5.3 Painéis Solares Térmicos

Para haver ainda uma maior poupança não só a nível energético, mas também a nível ambiental e económico, efetuou-se um estudo para a aplicação de painéis solares térmicos para as AQS.

De forma a aproveitar a localização e o espaço disponível apresenta-se de seguida uma proposta de instalação de 60 painéis solares térmicos com a respetiva contribuição para as propostas anteriores.

Os painéis solares térmicos contribuem com 141424 kWh/ano, sendo que no total as AQS anualmente necessitam de 214640 kWh. Quando a energia de apoio é o gás serão gastos 73216 kWh da rede. No caso de ser a eletricidade a energia de apoio o consumo será de 15092 kWh.

Este estudo apresenta apenas uma solução de painéis solares térmicos para os dois tipos de energia. Isto é, foi efetuado o cálculo com o mesmo sistema mudando somente a energia de apoio (gás natural ou eletricidade).

Assim sendo, os projetos apresentados não poderão ser dissociados das respetivas opções de energia. Sendo o projeto o mesmo, ir-se-á verificar também as diferenças de consumo e de emissões de CO₂.

Presentemente, a necessidade de AQS do Hospital para banhos cifra-se em cerca de 22000 litros diários de água. A maior simultaneidade de consumo encontra-se entre as 8 horas e as 12 horas. Existem, ainda, mais dois picos de necessidade de AQS. No entanto, estes não são tão elevados, pois trata-se da troca de turnos, entre as 16 horas e as 16 horas e 30 minutos; e entre as 00 horas e as 00 horas e 30 minutos. Estes consumos devem-se aos banhos dos funcionários que estão a sair de turno, o que em média perfaz cerca de 370 banhos diários, conjugando os três picos de utilização de AQS.

Para suprir esta necessidade de AQS serão necessários cerca de 122 kW de potência para repor a água a cerca de 60° C nos depósitos de acumulação.

O projeto consiste em aplicar 60 painéis solares térmicos da marca SilverSol2 XL, (figura 16), ou equivalente no telhado por cima da casa das máquinas, com todos os equipamentos necessários ao seu bom funcionamento.



Figura 16: Painel solar térmico proposto [19].

Todos os cálculos de projeto foram efetuados no programa Polysun[19].

Na figura 17 pode observar-se a localização proposta para aplicar os painéis solares térmicos para as AQS no Hospital.



Figura 17: Localização proposta para aplicar os painéis solares térmicos para AQS, [18].

A instalação deste sistema tem um custo de 34132€ para ambas as propostas, sendo que o PRS será diferente pois as energias de apoio têm custos diferentes.

Também é de salientar que os consumos serão diferentes, porque a caldeira tem um rendimento de 97,7% e o *Chiller* tem um COP de 4,35.

O PRS do sistema com a energia de apoio a gás natural é de 4,7 anos. O investimento é de 34132€ e a poupança anual é 6520€. Quando a energia de apoio é a eletricidade o PRS sobe para 9,8 anos, pois, com o mesmo investimento, poupa-se apenas 3153€ por ano.

(Catálogo do Pannel em anexo (Anexo F) Orçamento em anexo (Anexo G))

5.3.1 Proposta C (Energia de Apoio: Gás natural)

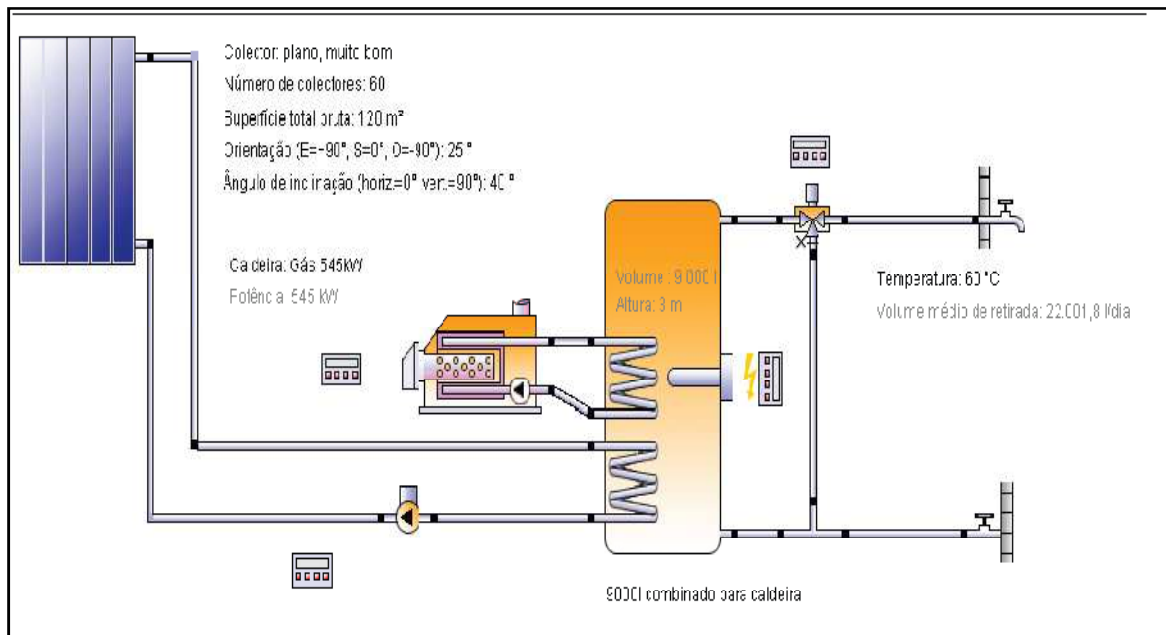


Figura 18: Esquema de princípio do sistema solar térmico para as AQS, da central a gás natural. [20]

A figura 18 ilustra o esquema de princípio do sistema solar térmico para as AQS, bem como os seus componentes.

Todos os resultados encontram-se em anexo (Anexo O)

Na presente proposta a energia de apoio será o gás natural. Como as caldeiras são modelantes podem, caso necessário, trabalhar numa percentagem reduzida.

Em alguns meses, a caldeira está exclusivamente dedicada às AQS e nos restantes meses a potência das AQS está incluída nos gastos do aquecimento.

Para efeitos de cálculo, foi considerado o rendimento da caldeira a trabalhar em pleno funcionamento: 97,7%.

As necessidades de energia para as AQS podem ser vistos na tabela 14.

Tabela 14: Necessidades de energia (gás natural) para AQS, impacto ambiental e custos evitados.

	kWh Necessários para as AQS <i>Opção A</i>	Energia Fornecida pelos Painéis - AQS <i>Opção</i> <i>A</i> [kWh]	Energia Consumida pela Caldeira (Gás natural) - AQS <i>Opção A</i> [kWh]	Impacto Ambiental Evitado com o Sistema Solar Térmico CO ₂ [t]	Custo Evitado €
Janeiro	15717	7916	7801	1599	365
Fevereiro	15172	8350	6822	1687	385
Março	19567	13007	6560	2627	600
Abril	18619	12111	6508	2446	558
Maio	19912	13694	6218	2766	631
Junho	19195	14010	5185	2830	646
Julho	20533	15860	4673	3204	731
Agosto	20306	16259	4047	3284	750
Setembro	18423	13761	4662	2780	634
Outubro	17855	12056	5799	2435	556
Novembro	14569	7486	7083	1512	345
Dezembro	14772	6914	7858	1397	319
Total	214640	141424	73216	28567	6520

Com se pode constatar, com a aplicação dos painéis solares térmicos existe uma redução de 141424 kWh/ano. Assim sendo para as AQS apenas serão precisos consumir - em gás natural - cerca de 73216 kWh/ano. Desta forma há uma redução de consumo energético em aproximadamente 66%.

Quanto ao impacto ambiental, também irá haver uma redução significativa de aproximadamente 66%.

A este nível constata-se uma redução na casa dos 66%; isto é, ir-se-ia gastar 9897€, passando-se a gastar 3608€, na produção de AQS.

5.3.2 Proposta C (Energia de Apoio: Eletricidade)

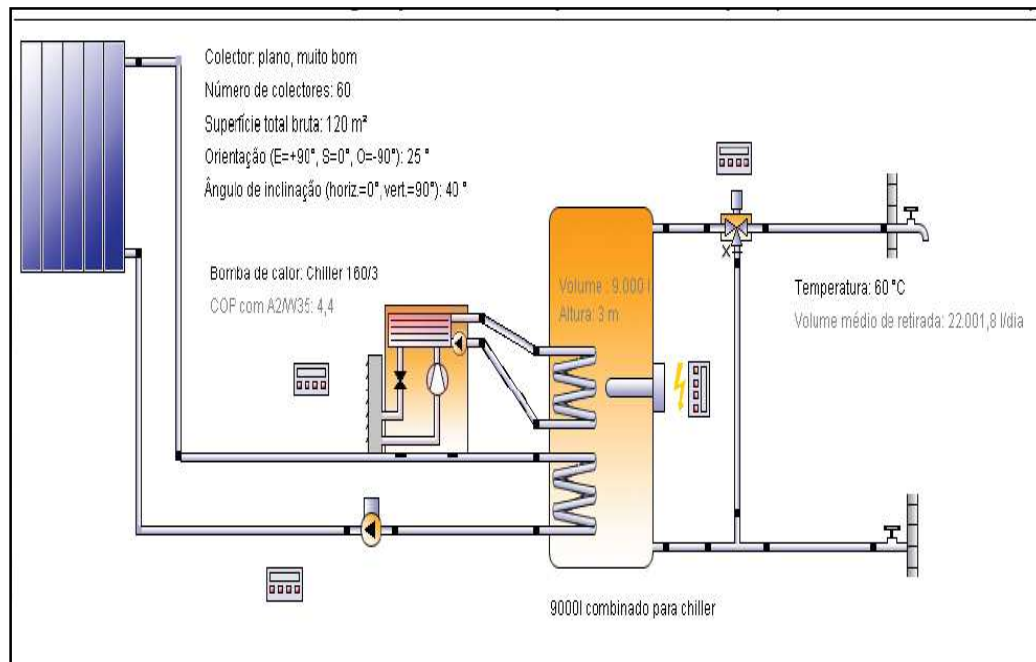


Figura 19: Esquema de princípio do sistema solar térmico para as AQS da central a eletricidade, [20]

Todos os resultados encontram-se em anexo (Anexo P)

Aplicando o mesmo princípio do sistema anterior, só se vai mudar a fonte de energia de apoio, passando-se a ter a eletricidade (figura 19).

Tabela 15: Necessidades de energia (elétricidade) para AQS, impacto ambiental e custos evitados.

	kWh necessários para as AQS <i>Proposta B</i> [kWh]	Energia Fornecida em kWh pelos painéis - AQS <i>Proposta B</i> [kWh]	Energia Primária Evitada pelos Painéis - AQS <i>Proposta B</i> [kWh]	Impacto Ambiental Evitado pelos Painéis - AQS <i>Proposta B</i> [kWh]	Custo Evitado pelos Painéis - AQS <i>Proposta B</i> €
Janeiro	15134	7913	4546	1139	176
Fevereiro	14679	8347	4796	1202	186
Março	18916	13000	7469	1872	290
Abril	17978	12104	6954	1743	270
Maio	19205	13681	7860	1970	305
Junho	18483	13997	8042	2016	312
Julho	19791	15884	9126	2287	354
Agosto	19733	16329	9382	2351	364
Setembro	17791	13749	7899	1980	306
Outubro	17228	12051	6924	1735	269
Novembro	13968	7483	4299	1078	167
Dezembro	14192	6912	3971	995	154
Total	207098	141450	81268	20368	3153

Também é oportuno explicar que para as AQS da *Proposta B* existe outra diferença significativa em relação à *Proposta A*. Quando existe necessidade de aquecimento, tal como na *Proposta A*, as AQS são produzidas em simultâneo com o aquecimento; porém, quando não existe necessidade de aquecimento, o *Chiller* maior - que faz as duas coisas em simultâneo - pára e entra em funcionamento um *Chiller* exclusivamente dedicado às AQS. Este praticamente só funciona 3 a 4 meses por ano, mas ainda assim conseguem-se reduções em consumo de energia e custos significativos.

Com se pode constatar na tabela 15, a energia primária tem uma redução do consumo em cerca de 61%. O impacto ambiental também é menor em aproximadamente 68%. Monetariamente observa-se uma redução de custos na produção de AQS na ordem dos 68%.

5.4 Painéis Fotovoltaicos

Para se conseguir uma maior redução de consumos, custos e impacto ambiental, mais uma vez se pode aproveitar o espaço disponível e a localização do hospital para aplicar outro sistema de energia renovável. Neste caso pode-se aplicar um gerador fotovoltaico para a produção de energia elétrica em autoconsumo.

Aprestam-se de seguida duas propostas distintas de instalação de painéis fotovoltaicos.

Assim sendo, a *Proposta D* consiste na aplicação de painéis fotovoltaicos somente nos telhados do Hospital; Já a *Proposta E* consiste na implementação de painéis no telhado do Hospital e também no solo junto à entrada das traseiras do mesmo, onde existe espaço suficiente e onde o sol abunda. Não havendo, portanto, nesta zona qualquer tipo de restrição com sombras ou outro tipo de impedimentos para a colocação dos painéis.

Para que tal se possa efetivar, o edifício foi modelado a 3 D no programa *sketchup-16*, para, desta feita, se conseguir aferir, com um elevado grau de certeza, onde se poderia implementar corretamente os painéis fotovoltaicos e os cálculos das potências necessárias foram efectuados no programa PVsyst6 [21], em ambas as opções.

No anexo Q encontra-se o esquema de ligação dos painéis ao inversor e à rede de consumo, o esquema de princípio da ligação de cada string e os gráficos de funcionamento.

5.4.1 Proposta D

A *Proposta D*, tal como referido anteriormente, consiste num projeto de instalação de painéis fotovoltaicos, exclusivamente nos telhados disponíveis do Hospital. Como se pode ver na figura 20.

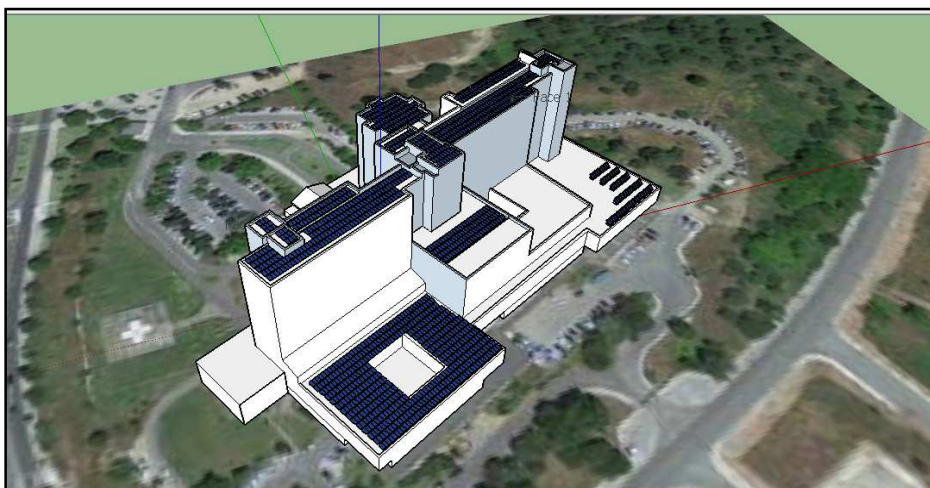


Figura 20: Proposta de instalação do gerador fotovoltaico [18].

Pode-se observar também nas figuras 21, 22, e 23 alguns espaços disponíveis para a colocação dos painéis.



Figura 21: Fotos dos telhados no piso 11 onde se podem instalar painéis fotovoltaicos



Figura 22: Fotos dos telhados virados a sul onde se podem instalar painéis fotovoltaicos.



Figura 23: Fotos dos telhados virados a norte onde se podem instalar painéis fotovoltaicos.

Pode-se constatar facilmente que existe bastante exposição solar nos telhados do Hospital. Embora se notem algumas sombras, à hora em que as fotos foram tiradas (por

volta das 17h30m em agosto), o que, por si só, constitui um obstáculo à colocação de painéis.

Para a instalação do sistema solar fotovoltaico será necessário substituir a cobertura existente (em fibrocimento) por outra, pois de acordo com a lei existente não é possível executar qualquer tipo de obra em coberturas deste género.

Foi considerada a instalação dos módulos em telhado inclinado, assentes em estrutura de fixação triangular apoiada nas coberturas existentes. De forma a otimizar ao máximo o rendimento da instalação e atendendo ao espaço existente, consideraram-se as seguintes características (Catálogo do painel em anexo (anexo I)):

- 1288 Módulos fotovoltaicos;
- Orientação: Azimute 0°;
- Inclinação: 4°.

Características do modelo de coletor considerado, figura 24, (certificado de acordo com as normas IEC 61215 e IEC 61730.):

- Potência de saída – 260 Wp;
- Tolerância positiva 0/+5W;
- 3 Díodos de bypass;
- Eficiência – 15,8%;



Figura 24: Painel fotovoltaico proposto para a *Proposta D* [22].

São considerados 12 inversores, figura 25, de 50 kWn, que se destinam à conversão da energia elétrica de corrente contínua produzida pelos módulos fotovoltaicos em energia

elétrica de corrente alternada. Os inversores representam também uma parte considerável do investimento num sistema, pelo que a sua eficiência será um elemento importante a considerar na sua escolha. É, portanto, proposta a instalação de inversores com elevada fiabilidade e rendimento, apenas de fabricantes de referência no mercado.

Características Principais dos inversores (Anexo M):

- Rendimento Máximo de 98,0%;
- Interruptor DC integrado;
- Tensão de entrada CC até 850V.



Figura 25: Inversor proposto para a *Proposta D* [23].

Assim sendo, na tabela 16 pode observar-se as potências do gerador fotovoltaico desta opção.

Tabela 16: Potência do gerador fotovoltaico da *proposta D*.

Potência Nominal (kW _n)	Potência Instalada (kW _p)	Produção Anual estimada (kWh)
300	335	531560

Os dados encontram-se em anexo (Anexo J).

Em seguida, ir-se-á apresentar as poupanças geradas pelo sistema fotovoltaico.

Tabela 17: Consumo atual, energia produzida pelo gerador, gastos e impacto ambiental evitados.

	Consumo Atual de Eletricidade da rede [kWh]	Produção Fotovoltaica [kWh]	Gastos Evitados Gerador Fotovoltaico [kWh]	Impacto Ambiental Evitado pelo Gerador Fotovoltaico [t]	Custos Evitados [€]
Janeiro	200500	63820	159550	9190	7183
Fevereiro	185242	69280	173200	9976	7798
Março	191038	61340	153350	8833	6904
Abril	176172	47280	118200	6808	5322
Maio	188221	33470	83675	4820	3767
Junho	196159	23840	59600	3433	2683
Julho	207671	19040	47600	2742	2143
Agosto	198283	22480	56200	3237	2530
Setembro	191459	26310	65775	3789	2961
Outubro	190035	40620	101550	5849	4572
Novembro	193520	50590	126475	7285	5694
Dezembro	196349	60410	151025	8699	6800
Total	2314649	518480	1296200	74661	58358

Na tabela 17 pode-se verificar que assim o Hospital iria poupar cerca de 22% da energia da rede. A nível de consumo de energia primária há uma redução de aproximadamente 22%. A redução do impacto ambiental também se cifra na casa dos 22%.

Com o sistema fotovoltaico o Hospital irá poupar não só a nível energético, mas também a nível económico. O gerador fotovoltaico permite reduzir os custos da fatura a pagar ao fornecedor de energia em cerca de 28% ao ano.

Neste caso o PRS é de 5,4 anos, pois este sistema implica um investimento de 316110€ (Orçamento em Anexo H) e anualmente evita um gasto em energia elétrica de 58358€.

5.4.2 Proposta E

Esta *Proposta* consiste em aplicar painéis fotovoltaicos com uma inclinação de 30° voltados a Sudeste, no telhado do Hospital e ocupar uma parte de terreno pertencente ao Hospital junto à entrada sul deste com uma inclinação de 30° voltados a Sul. Tal como se pode observar nas figuras 26 e 27.



Figura 26: Vista aérea das localizações propostas para instalação do gerador fotovoltaico da *Proposta E* [18].

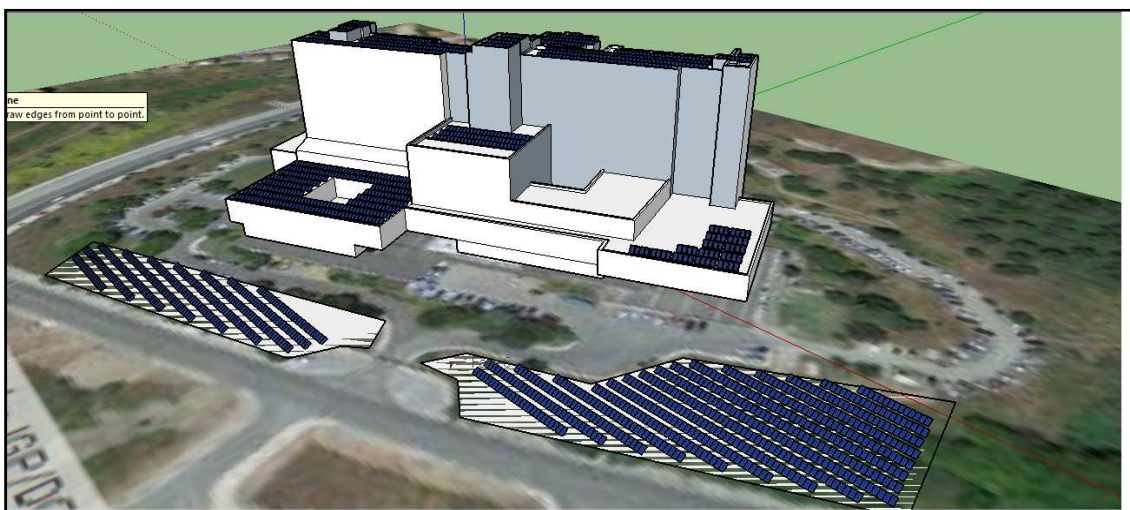


Figura 27: Vista lateral das localizações propostas para instalação do gerador fotovoltaico da *Proposta E* [18].

Neste caso em concreto só serão apresentadas as fotografias do solo, pois os telhados serão os mesmos a ser utilizados na *Proposta* anterior, apenas com a diferença do número de painéis a implementar. Isto porque estes requerem uma distância maior entre eles.



Figura 28: Fotografia do local virado a nascente e a sul do solo onde se pode instalar o gerador fotovoltaico.



Figura 29: Fotografia do local virado a sul do solo onde se pode instalar o gerador fotovoltaico.



Figura 30: Fotografia panorâmica do local do solo onde se pode instalar o gerador fotovoltaico.

Pelas figuras 28, 29 e 30 pode-se constatar que existe bastante exposição solar também nos terrenos envolventes na parte sul do Hospital, mesmo por volta das 17h30m em pleno mês de Agosto (hora a que foram tiradas as referidas fotos). Isto significa que se trata de um ótimo local para a implementação dos painéis fotovoltaicos, dado que não há qualquer tipo de obstrução solar. O único inconveniente é ter-se de limpar e preparar

o terreno para aplicar os painéis, mas com a vantagem de não ter de subir com eles até ao telhado.

Possivelmente mais terrenos, sem obstrução solar, envolventes e pertencentes ao Hospital poderão ser utilizados para aplicação destes painéis, caso assim seja desejado, evitando, desta maneira, a aplicação dos painéis em cima do telhado.

Para além das fotos apresentadas, e como já referido, foi feita uma modelação a 3 D do Hospital, para aferir a localização dos sombreamentos ao longo do ano. Devido à existência de sombreamentos, não foi possível aplicar mais de 736 no telhado. Assim sendo, os restantes serão aplicados nos terrenos mostrados pelas fotos.

Devido ao anteriormente exposto, apresenta-se a seguinte proposta:

Para a instalação do sistema solar fotovoltaico, será necessário substituir a cobertura existente (em fibrocimento) por outra, pois de acordo com a lei existente não é possível executar qualquer tipo de obra em coberturas deste género.

Foi considerada a instalação dos módulos em telhado inclinado, assentes em estrutura de fixação triangular com 30° de inclinação apoiada nas coberturas existentes. De forma a otimizar ao máximo o rendimento da instalação e atendendo ao espaço existente, foram também considerados 2 terrenos envolventes na parte de trás do Hospital. Isto para se conseguir aplicar um gerador com a potência ideal para alimentar o Hospital. Os ditos geradores apresentam as seguintes características:

No telhado:

- 736 Módulos fotovoltaicos;
- Orientação: Azimute -25°;
- Inclinação: 30°.

Características do modelo de coletor considerado (certificado de acordo com as normas IEC 61215 e IEC 61730.):

- Potência de saída – 250 Wp;
- Tolerância positiva 0/+5W;
- 3 Díodos de bypass;
- Eficiência – 15,1%;

No Solo:

- 736 Módulos fotovoltaicos;
- Orientação: Azimute -0°;
- Inclinação: 30°.

Características do modelo de coletor considerado, figura 31 (certificado de acordo com as normas IEC 61215 e IEC 61730.):

- Potência de saída – 250 Wp;
- Tolerância positiva 0/+5W;
- 3 Díodos de bypass;
- Eficiência – 15,1%;



Figura 31: Painéis fotovoltaicos propostos para instalar na *Proposta E*, [22].

São considerados 12 inversores, figura 32, de 50 kWn, que se destinam à conversão da energia elétrica de corrente contínua produzida pelos módulos fotovoltaicos em energia elétrica de corrente alternada. Os inversores representam também uma parte considerável do investimento num sistema, pelo que a sua eficiência será um elemento importante a considerar na sua escolha. É, portanto proposta a instalação de inversores com elevada fiabilidade e rendimento, apenas de fabricantes de referência no mercado.

Características principais dos inversores (Anexo M):

- Rendimento Máximo de 98,0%;
- Interruptor DC integrado;
- Tensão de entrada CC até 850V.



Figura 32: Inversor proposto para a *Proposta E* [23].

Assim sendo, na tabela 18 pode observar-se as potências do gerador fotovoltaico desta opção.

Tabela 18: Potência do gerador fotovoltaico da *Proposta E*.

Potência Nominal (kW _n)	Potência Instalada (kW _p)	Produção Anual estimada (kWh)
300	368	646470

Os restantes dados encontram-se em anexo (Anexo N).

Em seguida, ir-se-á apresentar as poupanças geradas pelo sistema fotovoltaico.

Tabela 19: Consumo atual, energia produzida pelo gerador, gastos e impacto ambiental evitados.

	Consumo atual de Eletricidade da rede [kWh]	Produção fotovoltaica [kWh]	Gasto evitado pelo Gerador fotovoltaico [kWh _{ep}]	Impacto Ambiental Evitado pelo Gerador Fotovoltaico [t]	Custos Evitados [€]
Janeiro	200500	64850	162125	9338	7321
Fevereiro	185242	71730	179325	10329	8098
Março	191038	68020	170050	9795	7679
Abril	176172	57970	144925	8348	6544
Maio	188221	46150	115375	6646	5210
Junho	196159	37230	93075	5361	4203
Julho	207671	32600	81500	4694	3680
Agosto	198283	36980	92450	5325	4175
Setembro	191459	38040	95100	5478	4294
Outubro	190035	50520	126300	7275	5703
Novembro	193520	57310	143275	8253	6470
Dezembro	196349	63020	157550	9075	7114
Total	2314649	624420	1561050	89917	70490

Na tabela 19 pode-se verificar que o Hospital iria poupar cerca de 27% da energia da rede. A nível de consumo de energia primária há uma redução de aproximadamente 27%. A redução do impacto ambiental também se cifra na casa dos 27%.

Com o sistema fotovoltaico o Hospital irá poupar não só a nível energético, mas também a nível económico. O gerador fotovoltaico permite reduzir os custos da fatura a pagar ao fornecedor de energia em cerca de 33% ao ano.

Neste caso o PRS é de 5,2 anos, pois este sistema implica um investimento de 364200€ (Orçamento em Anexo L) e anualmente evita um gasto em energia elétrica de 70490€

5.5 Estudo Comparativo

No presente capítulo, far-se-á uma comparação de resultados entre os gastos atuais em energia e os futuros gastos relativos a cada uma das propostas. Como são energias provenientes de fontes diferentes, apenas se pode fazer a comparação de consumos em energia primária.

5.5.1 Comparação de Consumo (Energia Primária)

Tabela 20: Consumo atual de energia primária e consumos evitados

	Consumo Atual			Proposta A		Proposta B		Proposta C (fonte de energia gás natural)		Proposta C (fonte de energia eletricidade)		Proposta D		Proposta E	
	Eletricidade [kWhep]	Gás natural [kWhep]	Total [kWhep]	Consumo (Gás natural) [kWhep]	Consumo Evitado [kWhep]	Consumo (eletricidade) [kWhep]	Consumo Evitado [kWhep]	Consumo AQS (Gás natural) [kWhep]	Consumo Evitado [kWhep]	Consumo AQS (eletricidade) [kWhep]	Consumo Evitado [kWhep]	Consumo (eletricidade) [kWhep]	Consumo Evitado [kWhep]	Consumo (eletricidade) [kWhep]	Consumo Evitado [kWhep]
Jan.	501250	681322	1182572	547845	133477	382282	299040	15717	7916	15134	4546	341700	159550	339125	162125
Fev.	463104	629775	1092878	506397	123378	353360	276415	15172	8350	14679	4796	289904	173200	283779	179325
Mar.	477595	592874	1070469	476725	116149	332655	260219	19567	13007	18916	7469	324245	153350	307545	170050
Abr.	440430	476721	917151	383328	93393	267483	209238	18619	12111	17978	6954	322230	118200	295505	144925
Mai.	470552	377140	847692	303255	73885	211609	165531	19912	13694	19205	7860	386877	83675	355177	115375
Jun.	490398	319036	809434	256534	62502	179008	140028	19195	14010	18483	8042	430798	59600	397323	93075
Jul.	519177	283988	803165	26748	257240	21992	261996	20533	15860	19791	9126	471577	47600	437677	81500
Ago.	495708	249273	744981	24031	225242	13489	235784	20306	16259	19733	9382	439508	56200	403258	92450
Set.	478647	234271	712918	22585	211686	12677	221594	18423	13761	17791	7899	412872	65775	383547	95100
Out.	475087	351572	826659	282696	68876	197263	154309	17855	12056	17228	6924	373537	101550	348787	126300
Nov.	483799	566755	1050554	455723	111032	318000	248755	14569	7486	13968	4299	357324	126475	340524	143275
Dez.	490873	683320	1174193	549452	133868	383403	299917	14772	6914	14192	3971	339848	151025	333323	157550
Total	5786620	5446047	11232666	3835319	1610728	2673221	2772826	214640	141424	207098	81268	4490420	1296200	4225570	1561050
					28%		51%		66%		61%		22%		27%

Como se pode observar na tabela 20, a *Proposta B* é muito mais vantajosa, pois reduz, em muito, o consumo energético. Isto é, a redução de consumo na *proposta A* em relação ao gasto anual atual é de cerca de 28%; já na *Proposta B* é de 51 %.

Ao nível do sistema solar térmico (*Proposta C*) também existe alguma diferença de poupança devido a haver fontes de energia diferentes.

O Hospital consome anualmente 5,786 GWh de energia primária, vinda da eletricidade. Com a aplicação do gerador fotovoltaico (*Propostas D e E*) verifica-se uma diminuição de consumo de energia primária. A poupança é significativa em ambas as opções, no entanto a *Proposta E* leva alguma vantagem no consumo evitado.

5.5.1 Impacto Ambiental

Presentemente o Hospital envia para a atmosfera cerca de 1433411 toneladas de CO₂. Na tabela 21 pode-se ver o CO₂ que cada uma das energias consumidas envia actualmente para a atmosfera, bem como as reduções que as propostas apresentadas permitem.

Tabela 21: Impacto ambiental atual e evitado.

	Impacto Ambiental Atual			Proposta A		Proposta B		Proposta C (fonte de energia gás natural)		Proposta C (fonte de energia eletricidade)		Proposta D		Proposta E	
	Impacto Ambiental Eletricidade CO ₂ [t]	Impacto Ambiental gás natural CO ₂ [t]	Total CO ₂ [t]	Impacto Ambiental CO ₂ [t]	Impacto ambiental Evitado CO ₂ [t]	Impacto Ambiental CO ₂ [t]	Impacto ambiental Evitado CO ₂ [t]	Impacto Ambiental CO ₂ [t]	Impacto ambiental Evitado CO ₂ [t]	Impacto Ambiental CO ₂ [t]	Impacto ambiental Evitado CO ₂ [t]	Impacto Ambiental CO ₂ [t]	Impacto ambiental Evitado CO ₂ [t]	Impacto Ambiental CO ₂ [t]	Impacto ambiental Evitado CO ₂ [t]
Jan.	28872	137626	166499	110664	26962	22018	115608	3175	1599	2179	1139	19682	9190	19534	9338
Fev.	26674	127214	153889	102292	24922	20353	106861	3065	1687	2114	1202	16698	9976	16345	10329
Mar.	27509	119760	147270	96297	23463	19160	100600	3953	2627	2724	1872	18676	8833	17714	9795
Abr.	25368	96297	121666	77431	18866	15406	80891	3761	2446	2589	1743	18560	6808	17020	8348
Mai.	27103	76182	103286	61258	14924	12188	63994	4022	2766	2766	1970	22283	4820	20457	6646
Jun.	28246	64445	92692	51820	12625	10311	54134	3877	2830	2662	2016	24813	3433	22885	5361
Jul.	29904	57365	87270	5402	51963	885	56480	4148	3204	2850	2287	27162	2742	25210	4694
Ago.	28552	50353	78905	4854	45499	777	49576	4102	3284	2842	2351	25315	3237	23227	5325
Set.	27570	47322	74892	4561	42761	729	46593	3721	2780	2562	1980	23781	3789	22092	5478
Out.	27365	71017	98382	57104	13913	11362	59655	3607	2435	2481	1735	21516	5849	20090	7275
Nov.	27866	114484	142351	92055	22429	18316	96168	2943	1512	2011	1078	20581	7285	19613	8253
Dez.	28274	138030	166304	110988	27042	22083	115947	2984	1397	2044	995	19575	8699	19199	9075
Total	333303	1100095	1433406	774726	325369	153588	946507	43357	28567	29822	20368	258642	74661	243386	89917
					30%		86%		66%		68%		22%		27%

Como se pode observar na tabela 21, conclui-se que a *Proposta B* é muito mais vantajosa, pois reduz o impacto ambiental em 86%. Já a redução das emissões de CO₂ na *Proposta A* em relação às emissões anuais atuais é cerca de 30%.

Com o sistema solar térmico (*Proposta C*) o impacto ambiental é reduzido em 66% com a fonte de energia – gás natural. Com a fonte de energia - eletricidade - esta redução é de 68%.

Com o gerador fotovoltaico, *Proposta D*, o impacto ambiental evitado é de 22%, sendo que na *Proposta E* esta redução é 27%.

5.5.1 Redução de Custos

Com a aplicação das propostas apresentadas ir-se-á reduzir custos com faturação da energia.

Tabela 22: Custos atuais da energia e custos evitados.

	Custo Atual da Energia			Proposta A		Proposta B		Proposta C (fonte de energia gás natural)		Proposta C (fonte de energia eletricidade)		Proposta D		Proposta E	
	Custo da Eletricidade [€]	Custo do Gás Natural [€]	Total [€]	Custos da Energia [€]	Custos Evitados [€]	Custos da Energia [€]	Custos Evitados [€]	Custos da Energia [€]	Custos Evitados [€]	Custos da Energia [€]	Custos Evitados [€]	Custos da Energia [€]	Custos Evitados [€]	Custos da Energia [€]	Custos Evitados [€]
Jan.	18010	30379	48389	25260	5119	14833	15546	725	365	337	176	10827	7183	10689	7321
Fev.	17536	28215	45752	23349	4866	13710	14505	700	385	327	186	9738	7798	9438	8098
Mar.	17954	27013	44966	21981	5032	12907	14106	902	600	422	290	11050	6904	10275	7679
Abr.	16519	22050	38569	17675	4375	10378	11672	859	558	401	270	11197	5322	9975	6544
Mai.	17470	17544	35014	13983	3561	8211	9333	918	631	428	305	13703	3767	12260	5210
Jun.	18382	15589	33972	11828	3761	6945	8644	885	646	412	312	15699	2683	14179	4203
Jul.	19627	13627	33254	1233	12394	596	13031	947	731	441	354	17484	2143	15947	3680
Ago.	17606	8868	26474	1108	7760	523	8345	936	750	440	364	15076	2530	13431	4175
Set.	17057	10043	27100	1042	9001	492	9551	849	634	397	306	14096	2961	12763	4294
Out.	16957	15219	32175	13035	2184	7654	7565	823	556	384	269	12385	4572	11254	5703
Nov.	15952	24510	40462	21013	3497	12339	12171	672	345	311	167	10258	5694	9482	6470
Dez.	17451	30026	47477	25334	4692	14876	15150	681	319	316	154	10651	6800	10337	7114
Total	210521	243083	453604	176841	66242	103464	139619	9897	6520	4618	3153	152163	58358	140031	70490
					27%		57%		66%		68%		28%		33%

Como se pode observar na tabela 22, conclui-se que a *Proposta B* é muito mais vantajosa, pois reduz os custos com a energia em 57%. Já a redução dos custos na *Proposta A* fica-se pelos 27%.

Com o sistema solar térmico (*Proposta C*) a redução com os gastos, tendo como fonte de energia – gás natural, cifra-se em 66%. Com a fonte de energia - eletricidade - esta redução é de 68%.

Com o gerador fotovoltaico, *Proposta D*, o custo evitado é de 28%, sendo que na *Proposta E* a redução de custos é 33%.

Depois desta análise, confirma-se que a central térmica a eletricidade, caso seja aplicada, trará muito mais vantagens do que desvantagens:

As possíveis desvantagens serão:

- O manter a rede de gás natural ativa para qualquer eventualidade (e não ficar dependente de um tipo de energia só);
- Remoção das caldeiras instaladas para aplicação das bombas de calor.

As potenciais vantagens serão:

- Menos produção de CO₂;
- Não haver queima de gás natural (tóxico e muito explosivo);
- Deixar de trabalhar com vapor (o Hospital presentemente não necessita de produção de vapor) e com circuitos de alta pressão (deixa-se de ter uma “bomba” dentro do Hospital);
- A não dependência de combustíveis fósseis importados, de países com alguma instabilidade social e alguns deles em guerra, havendo, a qualquer altura, a possibilidade de um corte repentino de fornecimento do combustível;
- Manutenção muito mais rápida e fácil;
- Utilização de energia limpa e, parte dela, já oriunda da produção de energias renováveis;
- A não dependência da variação constante dos preços e das taxas de conversão;
- Tem-se aparelhos que têm COP's elevados, isto é, consomem menos Watt do que produzem, ao contrário das caldeiras a gás natural que consomem mais Watt do que produzem;
- Como se trabalha a baixa pressão, a durabilidade do circuito é maior e tem menos manutenção;
- Eliminação de alguns sistemas como o desgaseificado, descalcificador, motores para fazer a circulação, etc.;
- Aplicação direta do *Chiller* ao circuito fechado existente;
- Aplicação de um sistema de gestão e monitorização centralizada para melhor controlo dos gastos e adequação dos consumos necessários;

5.6 Combinação de Propostas

Depois de uma descrição mais pormenorizada dos sistemas, das suas reduções/poupanças de consumo e de uma comparação entre os ditos sistemas, será oportuno efetuar uma análise comparativa entre as possíveis combinações das propostas apresentadas.

As combinações feitas da *Proposta A* terão sempre dois tipos de energia consumida da rede: o gás natural e a eletricidade. E as combinações feitas da *Proposta B* têm apenas uma energia a ser consumida da rede: a eletricidade.

Na tabela 23 pode-se ver quais as combinações possíveis.

Tabela 23: Combinações possíveis das propostas.

1ª Combinação	A + C (Gás Natural) + D
2ª Combinação	A + C (Gás Natural) + E
3ª Combinação	B + C (Eletricidade) + D
4ª Combinação	B + C (Eletricidade) + E

A tabela 24 tem os valores finais das combinações possíveis de fazer com as propostas apresentadas que se podem comparar com os valores atuais. Neste caso assim pode-se quantificar as reduções, se se remodelar a central termica e aplicar as tecnologias da energia renovável. Assim tem-se:

Tabela 24: Atuais e futuros consumos das combinações.

	Consumo Atual	1ª Combinação	2ª Combinação	3ª Combinação	4ª Combinação
Energia Primária [kWhep]	11232666	8184314	7919464	7082372	6817522
Impacto Ambiental [t/CO ₂]	1479052	1004809	989553	391870	376614
Custos €	453604	322484	310352	252474	240342

- 1ª Combinação

Em energia primária reduzir-se-á 3048352 kWhep, o que significa aproximadamente 27%. No impacto ambiental a redução cifra-se em 474243 toneladas de CO₂, o que significa aproximadamente 32%. A nível monetário a redução de custos será de 131.120€, o que significa aproximadamente 29%.

- 2ª Combinação

Em energia primária reduzir-se-á 3313202 kWh_{ep}, o que significa aproximadamente 29%. No impacto ambiental a redução cifra-se em 489449 toneladas de CO₂, o que significa aproximadamente 33%. A nível monetário a redução de custos será de 143.997€, o que significa aproximadamente 32%.

- 3ª Combinação

Em energia primária reduzir-se-á 4150294 kWh_{ep}, o que significa aproximadamente 37%. No impacto ambiental a redução cifra-se em 1087182 toneladas de CO₂, o que significa aproximadamente 74%. A nível monetário a redução de custos será de 201130€, o que significa aproximadamente 44%.

- 4ª Combinação

Em energia primária reduzir-se-á 4415144 kWh_{ep}, o que significa aproximadamente 39%. No impacto ambiental a redução cifra-se em 1102438 toneladas de CO₂, o que significa aproximadamente 75%. A nível monetário a redução de custos será de 213.262€, o que significa aproximadamente 47%.

Como se pode observar na tabela 24, existe uma acentuada redução de consumos/custos/emissões de CO₂ nas combinações apresentadas. Tal constatação deve-se ao facto da central térmica já ser bastante antiga, estar altamente sobredimensionada e à evoluída tecnologia apresentada no estudo. Esta redução deve-se também, claro está, à aplicação de tecnologias ainda não existentes no Hospital, como sendo as energias renováveis.

5.7 PRS do Investimento

O presente capítulo é bastante importante no que diz respeito ao estudo efetuado, pois é nele que se consegue verificar se o investimento é ou não rentável.

Em seguida, ir-se-á verificar a viabilidade económica das opções estudadas, de acordo com o investimento/poupança.

De acordo com o Despacho (extrato) n.º 15793-L/2013, a metodologia de apuramento da viabilidade económica da utilização ou adoção de determinada medida de eficiência energética, prevista no âmbito de um Plano de Racionalização Energética, indica que aquela é de implementação obrigatória quando o estudo demonstre que:

- a) Não existem evidentes constrangimentos ou limitações técnicas, legais ou administrativas à instalação;
- b) O período de retorno simples (PRS) é igual ou inferior a 8 anos.

O PRS é dado pela expressão $PRS = C/P$, observando as seguintes disposições:

- a) O valor de C corresponde à totalidade dos custos de investimento;
- b) O valor de (P) corresponde à poupança anual resultante da aplicação da medida em estudo, sendo determinado com base em simulações anuais detalhadas do funcionamento do edifício e seus sistemas técnicos ou por cálculo anual simples;
- c) Custos de energia constantes e iguais aos do momento de investimento;
- d) Não são considerados os custos financeiros, nem efeitos da inflação.

5.7.1 PRS das Combinações Possíveis

Em seguida, pode-se constatar qual o PRS final do investimento conjugado pelas possíveis combinações das soluções apresentadas. Sabe-se que a opção solar não poderá ser dissociada da central térmica que lhe fornece a energia de apoio.

Como se pode verificar na tabela 43 conseguem-se fazer quatro tipos de combinações, logo se consegue ter uma maior liberdade de escolha entre os sistemas propostos nas várias especialidades.

Em seguida, pode-se constatar o PRS final das combinações apresentadas, tendo em conta o tempo de retorno do investimento.

Tabela 25: PRS das combinações possíveis.

1ª Combinação	Investimento	Custo Anual Evitado	PRS	Custo Evitado ao fim de 8 Anos	Poupança Líquida ao fim de 8 Anos
	454876€	131120€	3,4 Anos	1 048960€	594084€
2ª Combinação	Investimento	Custo Anual Evitado	PRS	Custo Evitado a ao fim de 8 Anos	Poupança Líquida ao fim de 8 Anos
	502966 €	143252€	3,5 Anos	1 146016€	643050€
3ª Combinação	Investimento	Custo Anual Evitado	PRS	Custo Evitado ao fim de 8 Anos	Poupança Líquida ao fim de 8 Anos
	646492€	201130€	3,2 Anos	1609040€	962548€
4ª Combinação	Investimento	Custo Anual Evitado	PRS	Custo Evitado a ao fim de 8 Anos	Poupança Líquida ao fim de 8 Anos
	694582€	213262€	3,3 Anos	1706096€	1011514€

Como se pode verificar, através da tabela 25 existe uma redução considerável nos consumos, bem como nos custos anuais com a energia, mesmo tendo um PRS um pouco mais rápido nas soluções que inclui a eletricidade como energia motriz.

Entre as opções da central térmica a eletricidade, a quarta conjugação, apesar de ter um retorno um pouco superior, mas pouco significativo em relação à terceira conjugação, será a opção mais válida. Isto porque esta a médio/longo prazo é a que efetivamente irá gerar mais poupanças.

6 Conclusões/Recomendações

Com o presente estudo chegou-se à conclusão que qualquer que seja a proposta escolhida conseguem-se obter níveis de poupança consideráveis, levando vantagem as propostas que implicam a energia elétrica como base de consumo.

Face às propostas apresentadas poderá conseguir-se uma redução de consumo em energia primária entre os 22% (*Proposta D*) e os 66% (*Proposta C* - Gás natural como energia de apoio); quanto ao impacto ambiental a redução poderá ficar entre os 22% (*Proposta D*) e os 86% (*Proposta B*); a nível monetário a redução poderá cifrar-se entre os 28% (*Proposta D*) e os 66% (*Proposta C* - Gás natural como energia de apoio).

Quanto às combinações possíveis apresentadas as que têm por base de consumo a energia elétrica apresentam vantagens na redução de consumos e no impacto ambiental relativamente às combinações que têm como base de consumo o gás natural.

A combinação mais vantajosa é a quarta combinação (*Proposta B* + *Proposta C* (Eletricidade) + *Proposta E*) que poderá evitar emissões de CO₂ em 74%, reduzindo, em muito, o impacto ambiental. Poder-se-á evitar também um custo com a faturação da energia na ordem dos 47%. Na energia primária a redução poderá ser aproximadamente 39%, tendo um PRS de 3,3 anos.

Pode, assim, concluir-se que no campo ambiental, a remodelação da central térmica e a aplicação de energias renováveis no Hospital levam a uma redução considerável do impacto ambiental.

Relativamente ao retorno de cada uma das combinações apresentadas, pode concluir-se que todas elas têm um retorno muito semelhante, não sendo, por isso, pela diferença do PRS que se irá tomar partido por alguma delas. Como tal, devem considerar-se outros aspetos, como sendo a segurança evidenciada, a redução de consumos/poupanças a médio/longo prazos, a manutenção do novo sistema e o comprimento das metas propostas no programa *Portugal 2020*.

Em suma, a remodelação da central térmica do Hospital, em consonância com a aplicação de energias renováveis, conduzirá a uma poupança a nível monetário de pelo menos 30%, sendo que esta poupança poderá chegar aos 47%, dependendo, sempre, da combinação escolhida para aplicar na dita remodelação.

Hoje em dia, a eficiência energética é, em qualquer que seja o setor da nossa sociedade, uma importante aliada da poupança.

Neste contexto, o Hospital Doutor Manoel Constâncio não é exceção. Assim sendo, para além da remodelação proposta e da implementação das energias renováveis, apresentam-se algumas recomendações/sugestões no sentido de evitar custos ao Hospital.

Poderão ser efetuados alguns estudos diretamente relacionados com o apresentado, nomeadamente um estudo para a torre de arrefecimento (caso seja considerada a aplicação do sistema da *Proposta B (Chiller)*) e outro para a remodelação do circuito primário da central térmica (qualquer que seja a proposta escolhida para a remodelação da central térmica).

É de considerar também a aplicação de um sistema centralizado de gestão de aquecimento.

No que se refere aos aparelhos que já atingiram o final do seu ciclo de vida (por exemplo bombas circuladoras do circuito primário do aquecimento central) também estes poderão ser substituídos por outros mais avançados tecnologicamente e mais adequados à realidade atual do Hospital.

Poder-se-ão ainda evitar custos com a introdução de novas tecnologias de poupança de energia, como por exemplo a aplicação de sensores de movimento ligados às luzes. Estes permitem que as lâmpadas não estejam constantemente ligadas, só o estando quando é estritamente necessário.

Poder-se-ão ainda efetuar estudos à Qualidade do Ar Interior, para a apresentação de um plano de manutenção do sistema de ventilação. Neste campo ainda se poderá fazer um levantamento das necessidades atuais com o intuito de apresentar um projeto de modernização do referido sistema.

Para além do sugerido, também se poderão fazer auditorias energéticas em diversos setores do Hospital (exemplos: iluminação, grupos de bombagem, grupos de ventilação) com vista ao enquadramento na nova legislação.

Todas as conclusões e recomendações apresentadas no presente projeto têm como objetivo a modernização dos sistemas de consumo de energia utilizados no Hospital Doutor Manoel Constâncio, de maneira a haver uma poupança não só a nível energético, como também a nível ambiental e monetário.

Referências Bibliográficas

- [1] Decreto-lei 118/2013, 20 de agosto de 2013, *Diário da República*, 1.^a série — N.º 159. Ministério da Economia e do Emprego
- [2] Decreto-lei 15793-D/2013, de 3 de dezembro de 2013. *Diário da República*, 2.^a série — N.º 234. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa.
- [3] Despacho 15793-L/2013, de 3 de dezembro de 2013. *Diário da República*, 2.^a série — N.º 234. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa.
- [4] Portaria 349-D/2013, de 2 de dezembro de 2013 *Diário da República* 1.^a série — N.º 233. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa.
- [5] Despacho 15793-I/2013, de 3 de dezembro de 2013. *Diário da República*, 2.^a série — N.º 234. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Lisboa.
- [6] Hospital distrital de Abrantes, Centro Hospitalar do Médio Tejo www.chmt.min-saude.pt/Hospital/Historia/default.htm#faq_1, consultado em 21/02/2016.
- [7] OLIVEIRA, F. – Instalações Técnicas Hospital Doutor Manuel Constâncio - Tese de Mestrado Dezembro 2014.
- [8] ADENE - Agência para a energia. Obtido de <http://www.adene.pt/planos-e-programas>
- [9] Conselho de Ministros n.º20. (2013). PNAEE e PNAER. *Resolução do Conselho de Ministros n.º 20*. Diário da República.
- [10] APA - Associação Portuguesa do Ambiente. Obtido de Ambiente Portugal: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=295>.
- [11] <https://portugal2020.pt>, consultado em 23/11/2015.
- [12] Green Value, - Auditoria Energética ao Centro Hospitalar Médio Tejo Unidade de Abrantes, Hospital Doutor Manoel Constâncio Junho 2014.
- [13] Burdeus, Catálogo - Lugano GB 402-2016.
- [14] Burdeus, Catálogo, <http://www.buderus.pt/produtos/caldeiras-de-chao/condensacao2/gb402.html>, consultado em 21/05/2016
- [15] AERMEC, Catálogo - Guida Prodotti 2016_rev A.
- [16] AERMEC, Catálogo http://planetaklimata.com.ua/instr/Aermec/Aermec_WF_Installation_manual_Eng.pdf , consultado em 8/07/2016.

- [17] AERMEC, Catálogo
http://planetaklimata.com.ua/instr/Aermec/Aermec_WRL_180, consultado em 9/07/2016
- [18] DESENHO, programa <http://www.sketchup.ibercad.pt/> consultado a 15-02-2016
- [19] SOLIUS, catálogo, <http://www.solius.pt/solar/>, consultado em 16/07/2016
- [20] POLYSUN, manual de instruções, <http://www.sunmaxxsolar.com/brochure-xmaxx-polysun-software>
- [21] CÁLCULO, Programa, www.pvsyst.com/, consultado em 15/8/2016
- [22] FOTOVOLTAICO, Paineis, <http://www.enersie.pt/pt/Produtos/PAINEIS-FOTVOLTAICOS---REC>, consultado a 16-06-2016
- [23] INVERSOR de corrente
http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/fronius_international/hs.xsl/83_35147_ENG_HT
consultado em 25/08/2016

ANEXOS

Anexo A



Anexo B

Anexo C

Descrição

- Caldeira de chão de condensação a gás, estanque, modelo LOGANO PLUS GB 402
- Rendimento máximo de **110%**
- Versões de 320, 395, 470, 545 e 620 kW
- Montagem em Cascata de 2 unidades (até um máximo de **1240kW**), com controlo integrado
- Queimador modulante de 20% a 100%
- Permutador de calor de alumínio de alta potência
- Sistema de regulação EMS ou Logamatic 4121



Aspectos Construtivos

A caldeira será do tipo chão, estanque, recorrendo à tecnologia de condensação. O corpo da caldeira será constituído por uma liga de alumínio-silício, de elevada durabilidade e resistência a meios corrosivos o que permite maximizar a transferência de calor entre os gases da combustão e água de retorno à caldeira.

A potência necessária será obtida recorrendo a uma implementação em cascata de várias unidades, tendo como principais benefícios:

- Forte redução de consumos (até 35% face a um sistema tradicional)
- Forte redução de custos de manutenção e serviço
- Fiabilidade acrescida do sistema: em caso de bloqueio de uma unidade, o sistema irá automaticamente iniciar a próxima em sequência

O queimador será modulante, permitindo uma variação do factor de potência de 20 a 100%. O combustível será gás natural.

O controlo da cascata será centralizado, através do sistema Logamatic 4000, com interface para o controlo integrado de cada unidade (através do sistema EMS).

A pressão máxima de serviço será de 6 bar, e a temperatura máxima permitida (por limitação de segurança) de 85°C.

Sistemas de Regulação

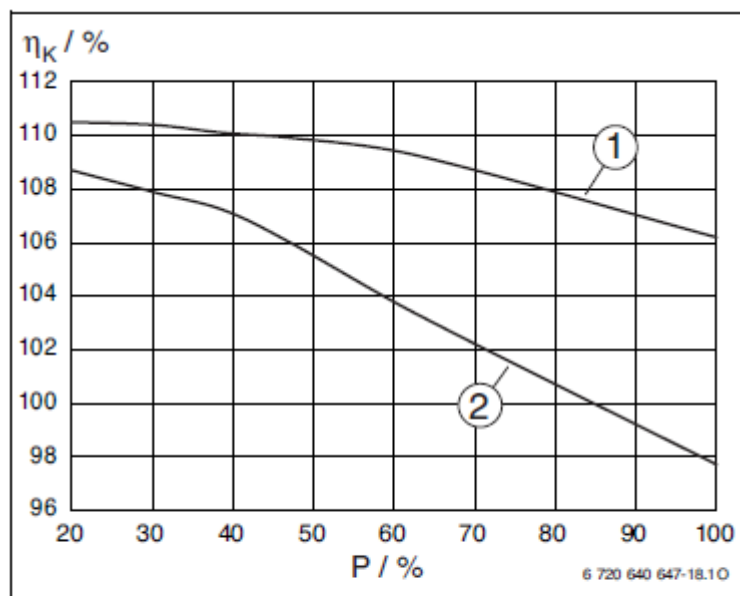
- O modelo de caldeira presente é compatível com a regulação Logamatic 4000, nos seguintes casos:
- Para modelos de média e alta potência a funcionar em sistema cascata deverá ser aplicado o controlo 4121/4122.

Valores de Rendimento a 30% e a 100%

Modelo	Queimador	Tamanho caldeira	Q _n 50/30 [kW]	Q _n 80/60 [kW]	η _{100%} [%]	η _{30%} [%]	q _{B,70} [%] ⁽²⁾	PHE 100% [W] ⁽¹⁾	PHE 30% [W] ⁽¹⁾
GB402	Queimador com pré-mistura a gás natural	320	320	297,2	97,5	108	0,33	445	53
		395	395	367,4	97,6	107,9	0,27	449	56
		470	470	435,8	97,6	107,8	0,23	487	53
		545	545	507	97,7	108,3	0,19	588	60
		620	620	577,1	97,8	108,3	0,17	734	66

Dados Técnicos

- Eficiência da caldeira – Regimes de funcionamento



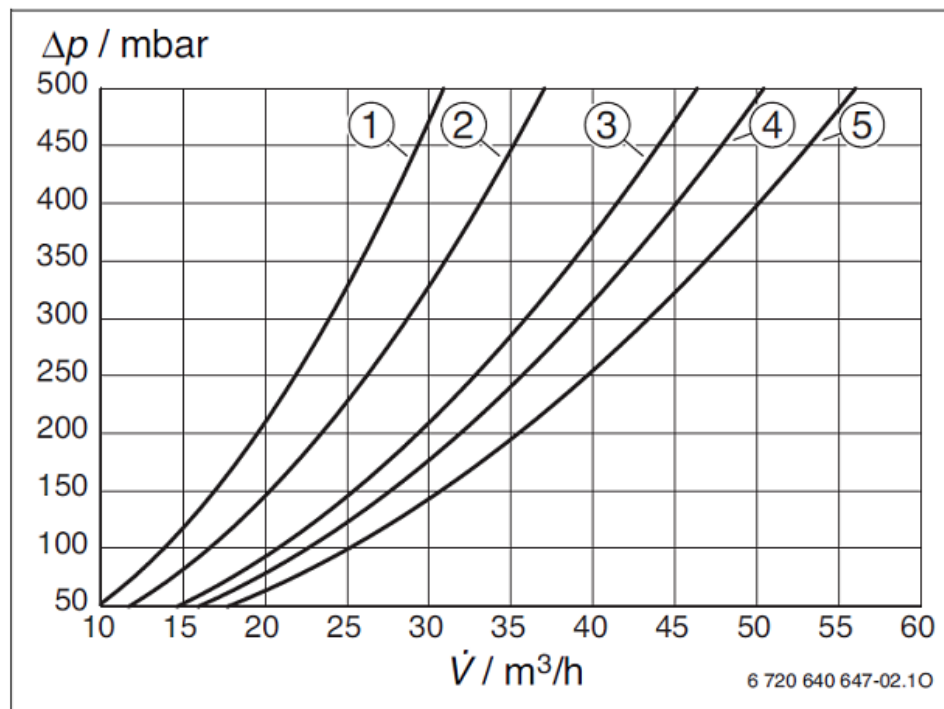
1 Regime Temperatura 40/30

2 Regime Temperatura 75/60

η_k Eficiência da Caldeira

P Carga da Caldeira

Linha característica de resistência da caldeira



1 Logano plus GB402-320

2 Logano plus GB402-395

3 Logano plus GB402-470

4 Logano plus GB402-545

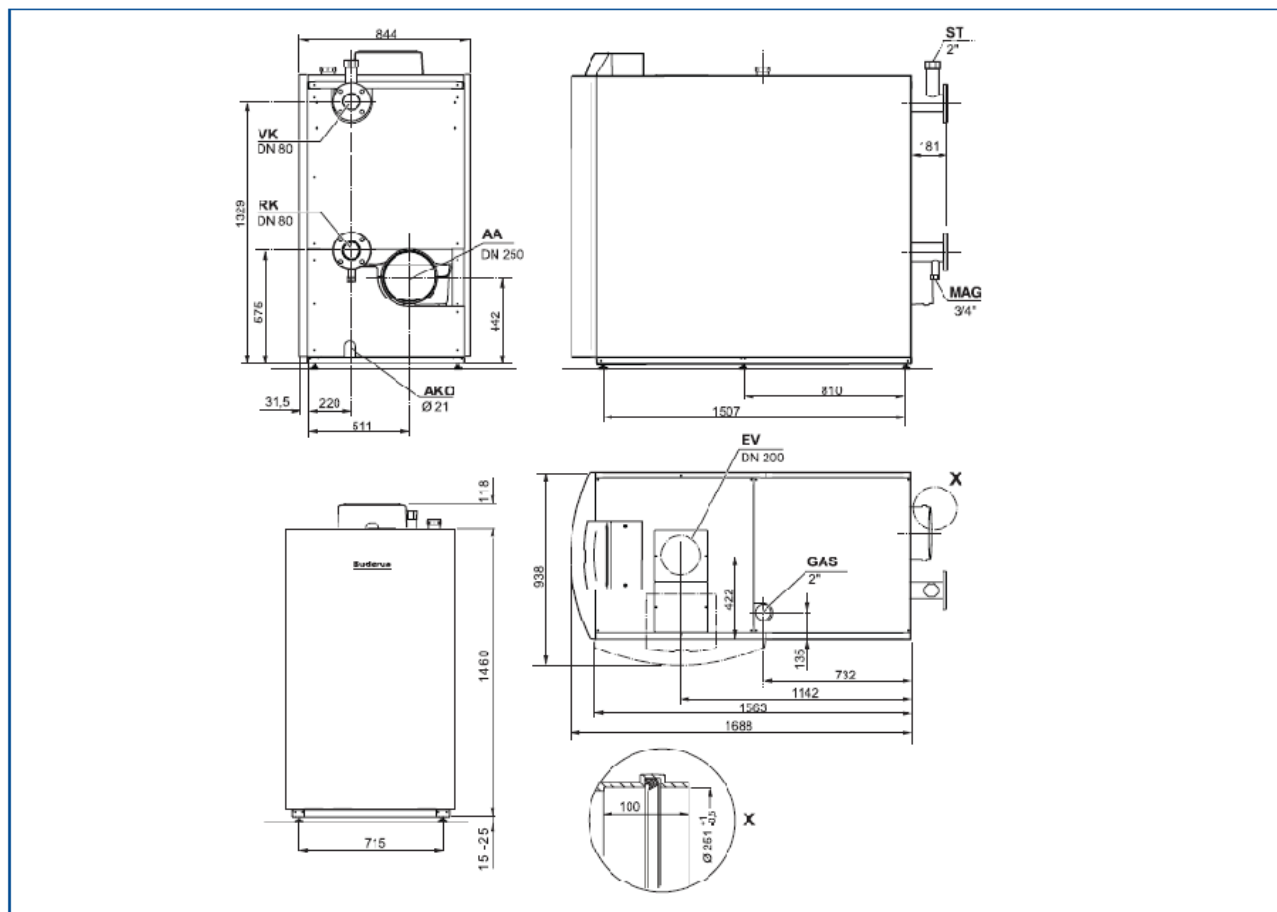
5 Logano plus GB402-620

Dados Técnicos

	Uni	Modelo de caldeira				
		GB402-320	GB402-395	GB402-470	GB402-545	GB402-620
Potência	kW	61.0 - 304.8	75.2 - 376.2	89.5 - 447.6	103.8 - 519.0	118.0 - 590
Potência, em regime de temperatura 80/60 °C	kW	58.9 - 297.2	72.6 - 367.4	85.2 - 435.8	100.7 - 507.0	114.9 - 577.1
Potência, em regime de temperatura 50/30 °C	kW	66.7 - 320.0	80.5 - 395.0	95.6 - 468.2	113.0 - 545.0	127.6 - 621.4
Eficiência máxima, em regime de temperatura 80/60 °C	%	97,5	97,6	97,6	97,7	98
Eficiência máxima, em regime de temperatura 50/30 °C	%	105,1	105	104,6	105	105,3
Eficiência sazonal com curva de aquecimento 75/60 °C	%	106	106,3	106,6	106,3	106,4
Eficiência sazonal com curva de aquecimento 40/30 °C	%	109,6	109,4	109,7	109,3	110,4
Circuito de água de aquecimento						
Conteúdo de água na caldeira	l	47,3	53,3	59,3	65,3	75,3
Perda de carga no lado da água com Δt 20 K	mbar	99	105	95	108	113
Temperatura máxima de impulsão - aquecimento / AQS	°C	85				
Limite de segurança / Limite máximo de corte	°C	100				
Pressão máxima admissível em operação	bar	6				
Ligações (tubagem)						
Ligação de gás	pol	2				
Ligação de água de aquecimento	DN/mm	80				
Ligação de condensados	"	¾				
Valores de exaustão						
Diâmetro de ligação	mm	250				
Volume de condensados para gás natural G20, 40/30 °C	l/h	30,8	39,2	46,2	55,9	64,7
Caudal mássico de gases, carga total / carga parcial	g/s	142.4 /28.7	174.5 / 36.8	207.1 / 40.6	240.6 / 48.0	271.9 / 53.2
Temperatura dos gases 50/30 °C, carga total / carga parcial	°C	45 / 30				
Temperatura dos gases 80/60 °C, carga total / carga parcial	°C	65 / 58				
Conteúdo de CO2, gas natural, carga total / carga parcial	%	9.1 / 9.3				
Emissões standard CO / NOx	mg/kWh	20 / 40				
Sistema de exaustão						
Tipo (acc. to DVGW)	–	B23, B23P (ventilada) C13, C33, C43, C53, C63, C83, C93 (estanque)				
Dados elétricos						
Proteção elétrica IP	–	IPX0D				
Corrente / frequência	V/Hz	230/50 Hz				
Consumo, carga total / carga parcial	W	395 / 40	449 /45	487 / 42	588 / 45	734 / 49
Proteção contra electrocução	–	Categoria de segurança 1				
Fusível máximo admissível	A	10				
Dimensões e peso						
Dimensões largura x profundidade x altura	mm	781 × 1740 × 1542				
Peso	kg	410	438	465	493	520

Dimensões

Caldeira



AA = saída de gases queimados

AKO = saída de condensados

EV = entrada da conduta de ar de combustão (apenas no funcionamento independente do ar ambiente)

GAS = ligação de gás

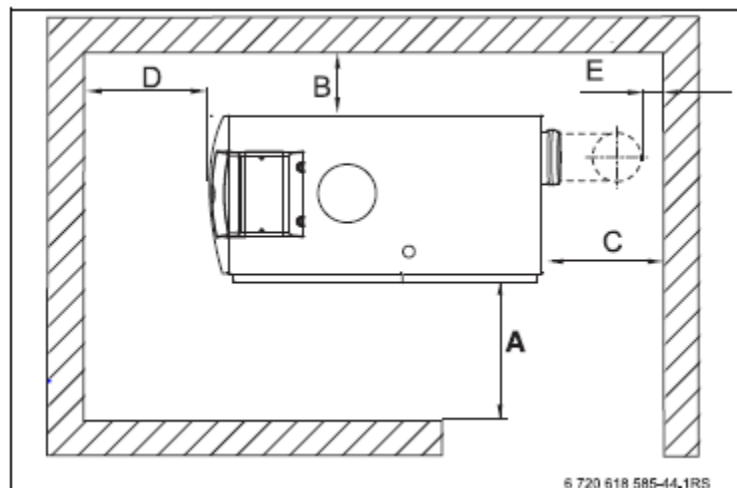
MAG = possibilidade de ligação do vaso de expansão de membrana para a protecção de caldeiras simples

RK = retorno da caldeira de aquecimento

ST = ligação da válvula de segurança ou do conjunto de segurança

VK = alimentação da caldeira de aquecimento

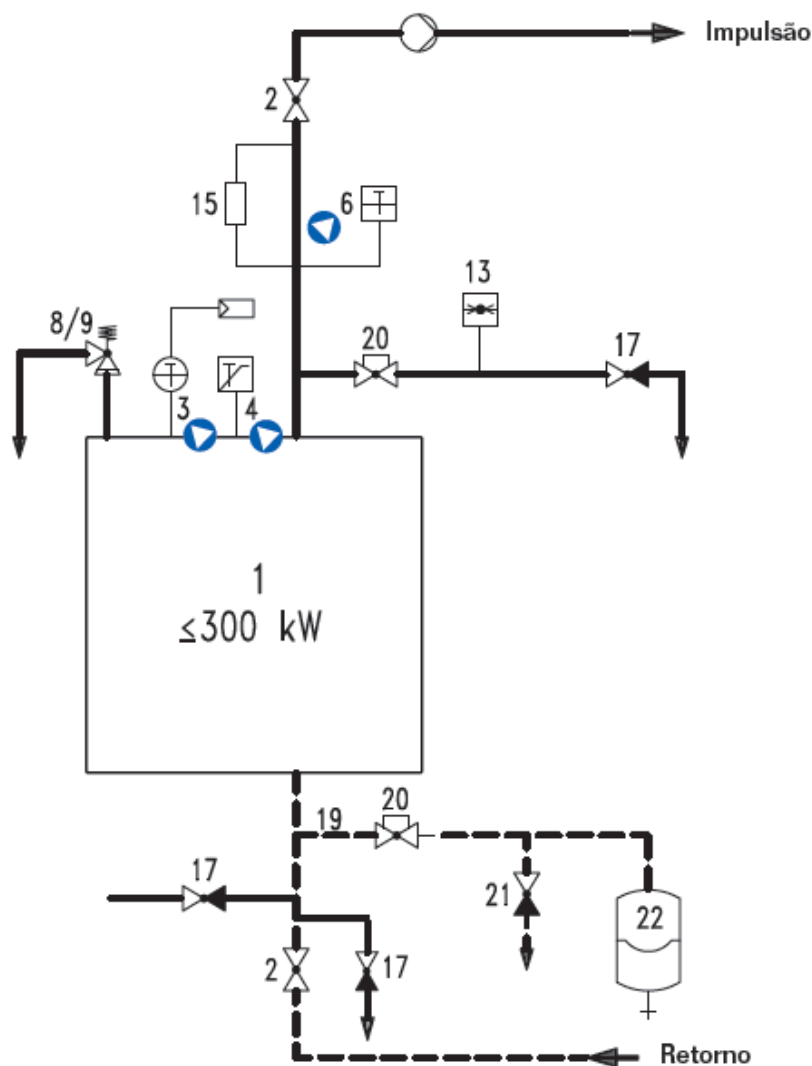
Distancias mínimas em relação à parede



Medida	Distância em relação à parede (mm)	
	mínima	recomendada
A	700	1000
B	150	400
C ¹⁾	-	-
D	700	1000
E ¹⁾	150	400

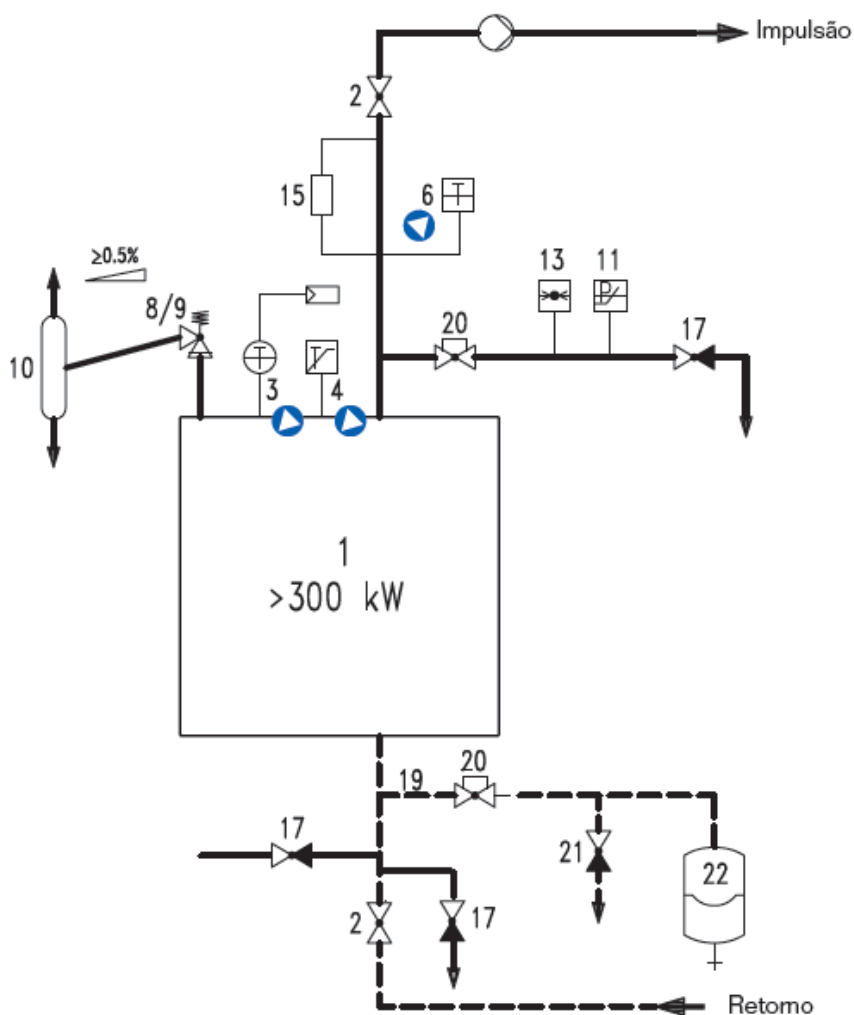
Acessórios Hidráulicos Recomendados

Temperatura de trabalho $\leq 105\text{ }^{\circ}\text{C}$, STB $\leq 110\text{ }^{\circ}\text{C}$, Potência $\leq 300\text{ kW}$



- 1) Gerador de calor $\leq 300\text{ kW}$.
- 2) Válvulas de corte Impulsão / Retorno.
- 3) Regulador de temperatura TR. Equipamento básico.
- 4) Termóstato de seguridad STB. Equipamento básico.
- 6) Termómetro. Equipamento básico.
- 8) Válvula de segurança de membrana 2,5 / 3,0 bar.
- 9) Válvula de segurança de mola $\geq 2,5\text{ bar}$.
- 13) Pressóstato.
- 15) Controlador do nível mínimo de água WMS, necessário se não se instalar um pressóstato de pressão mínima ou um fluxostato. Instalar a não ser que o fabricante indique a não necessidade de se instalar este equipamentos no sistema, devido a eles já se encontrarem instalados na caldeira (ver tabela no final do anexo K12).
- 16) Válvula anti-retorno.
- 17) Ligação do enchimento e esvaziamento do equipamento KFE.
- 19) Ligação ao vaso de expansão.
- 20) Válvula de corte de acesso limitado.
- 21) Esvaziamento anterior ao vaso de expansão.
- 22) Vaso de expansão.

Temperatura de trabalho $\leq 105^{\circ}\text{C}$, STB $\leq 110^{\circ}\text{C}$, Potência $> 300\text{ kW}$



- 1) Gerador de calor > 300 kW.
- 2) Válvulas de corte Impulsão / Retorno.
- 3) Regulador de temperatura TR. Equipamento básico.
- 4) Termostato de segurança STB. Equipamento básico.
- 6) Termómetro. Equipamento básico.
- 8) Válvula de segurança de membrana 2,5 / 3,0 bar.
- 9) Válvula de segurança de mola $\geq 2,5$ bar.
- 10) Reservatório de vapor flash ou separador vapor/água. Exclui-se a instalação deste equipamento quando estiver instalado um segundo termostato de segurança - STB - e se existir instalado um segundo pressóstato de máxima.
- 11) Pressóstato de máxima.
- 13) Pressóstato.
- 15) Controlador do nível mínimo de água WMS, ou como alternativa um pressóstato de mínima.
- 16) Válvula anti-retorno.
- 17) Ligação do enchimento e esvaziamento do equipamento KFE.
- 19) Ligação ao vaso de expansão.
- 20) Válvula de corte de acesso limitado.
- 21) Esvaziamento anterior ao vaso de expansão.
- 22) Vaso de expansão.

Requisitos de Qualidade da Água

Conceitos

É necessário que a instalação seja um circuito fechado contra a corrosão, ou seja, não se deve permitir a entrada de oxigénio.

A entrada de oxigénio origina corrosão, podendo produzir-se uma oxidação progressiva das tubagens e restantes acessórios constituintes do circuito de aquecimento, originando danos graves no equipamento.

Manter a pressão do sistema tem uma grande importância em relação à entrada de oxigénio e em especial ao correcto funcionamento do vaso de expansão. A sobrepressão e o correcto funcionamento deverão ser revistas anualmente ou se tal não for possível evitar uma entrada permanente de oxigénio (por ex. tubagens de material plástico sem barreira anti-oxigénio)

As caldeiras com permutadores de calor em alumínio só se podem utilizar em instalações fechadas. As instalações abertas deverão ser transformadas em instalações fechadas através da instalação de um permutador de placas para proteger a caldeira do excesso de oxigenação. No caso de instalações que não se encontrem protegidas contra a entrada de oxigénio (por ex. tubos de plástico sem barreira anti oxigénio) que possuam caldeiras com permutadores de calor de alumínio deverá, ser efetuada a separação do circuito.

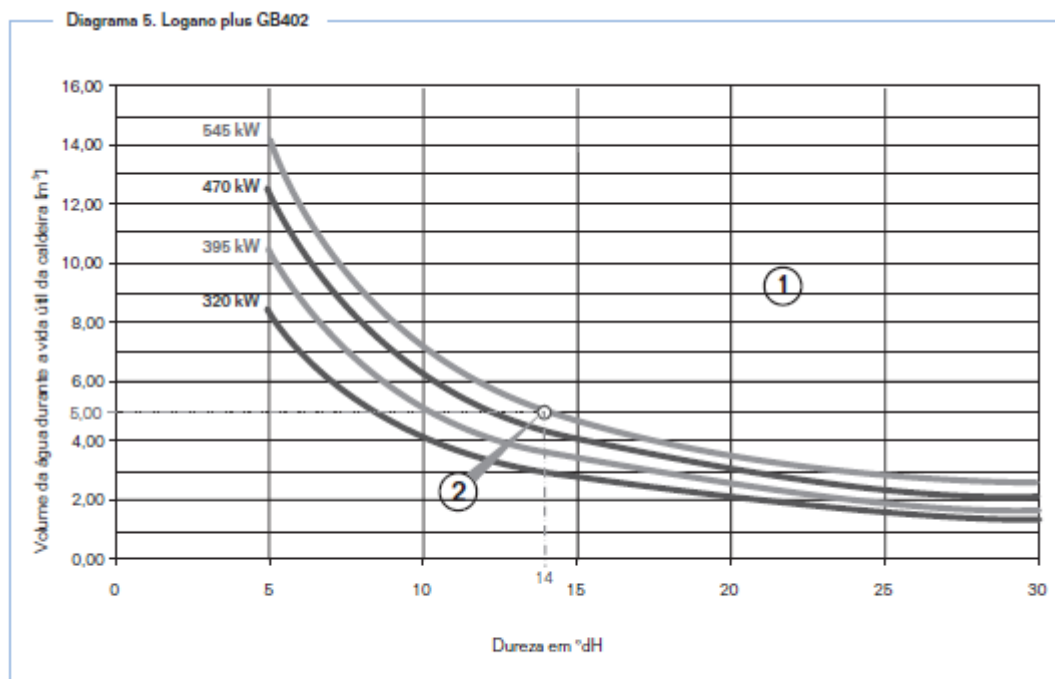
Ao instalar uma caldeira de alumínio numa instalação já existente deverá rever se já foram utilizados nessa instalação aditivos que não são adequados para caldeiras de alumínio. Caso seja necessário, deverá limpar completamente a instalação. O valor de pH da água de aquecimento não tratada deverá encontrar-se entre 8,2 e 9,5. É necessário ter em conta que o valor de pH é alterado depois do arranque de funcionamento, especialmente devido à eliminação de oxigénio e à segregação de calcário. É recomendável voltar a rever o valor de pH após vários meses de funcionamento da instalação.

Requisitos para caldeiras fabricadas com materiais de alumínio

Capacidade total da caldeira [kW]	Requisitos relativos à dureza da água e a quantidade V_{\max} da água de abastecimento
< 50	Calcular o V_{\max} de acordo com o diagrama 3, máx linha de potência até 50 kW (Logamax plus)
> 50 até 600	Calcular o V_{\max} de acordo com os diagramas 1 - 2 e 5 Logano plus GB312/402 e o diagrama 3-4 Logamax plus
> 600	É necessária sempre uma preparação prévia da água
Independente da capacidade	Em instalações com elevadas quantidades de água (> 50 l/kW) é necessário realizar sempre um tratamento prévio da água

O tratamento de água em todas as caldeiras com permutador de calor em alumínio é efetuado mediante a total dessalinização da água de enchimento. Na dessalinização, ao contrário da desmineralização, são eliminados os produtos de dureza (Ca, Mg) para além dos restantes minerais, de forma a reduzir a condutividade da água de enchimento a 10 Microsiemens/cm.

Devido à sua baixa condutividade, a água completamente dessalinizada supõe não só uma medida contra a formação de incrustações, para além de oferecer uma boa proteção contra a corrosão.



Se o volume de água total necessário for superior que V_{max} , então será necessário tratar a água.

Procedimento para calcular a quantidade de água de abastecimento e de reabastecimento admissível

Base do cálculo:

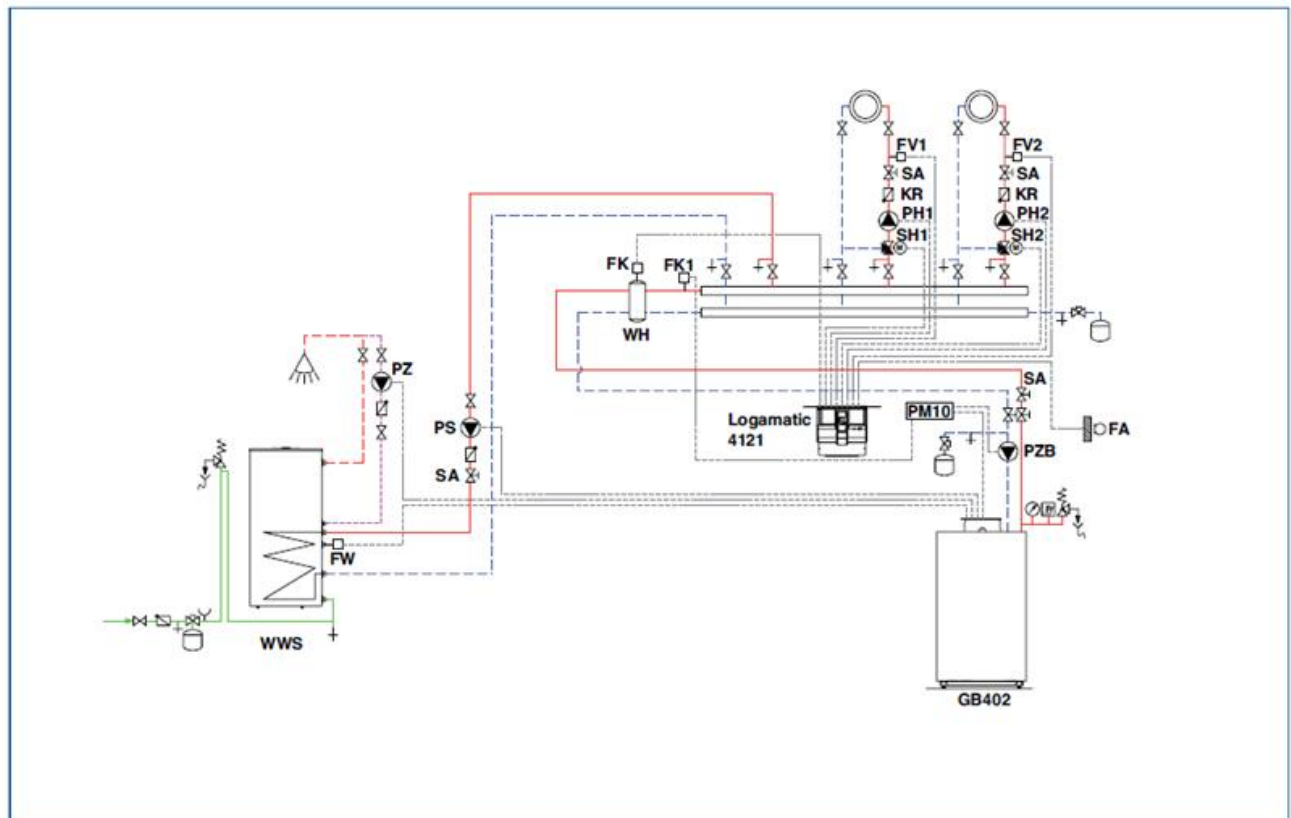
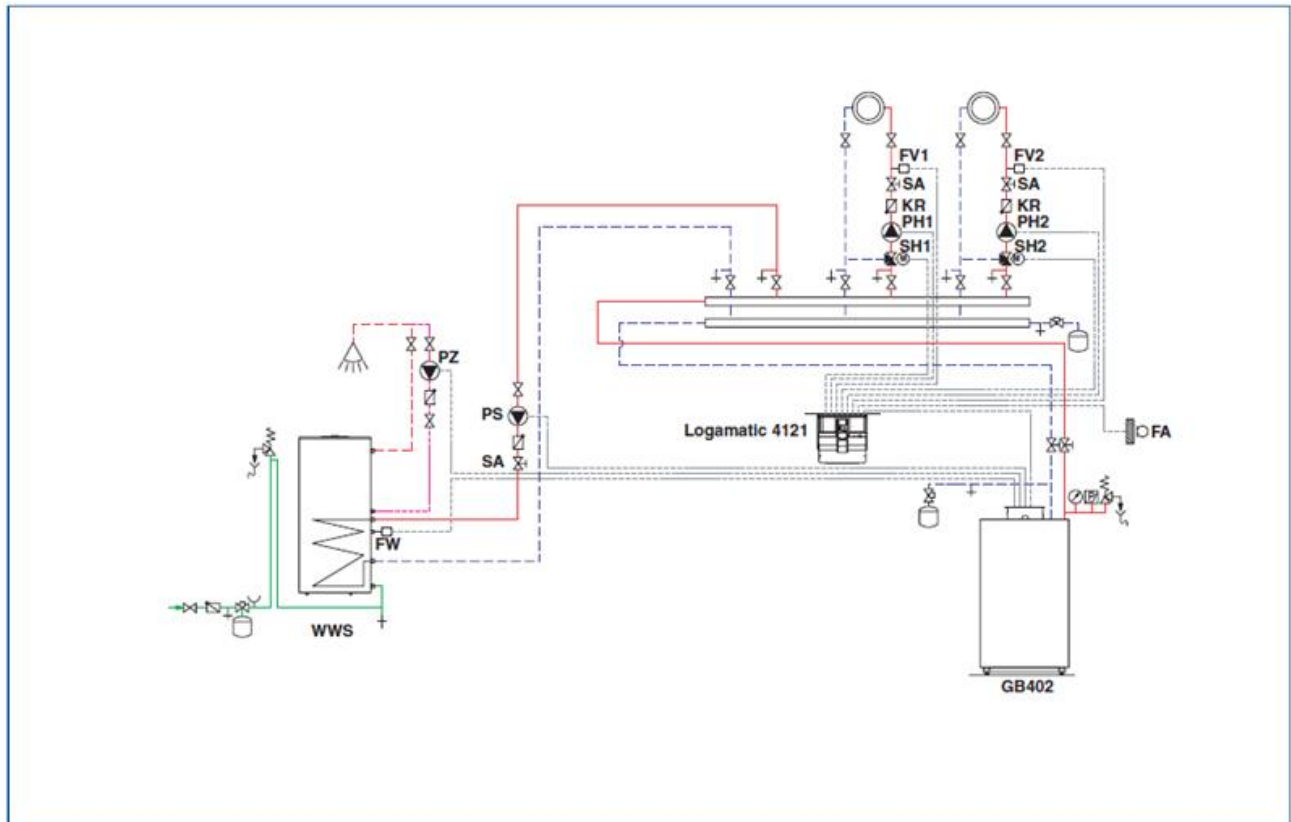
Dependendo da capacidade total das caldeiras e do volume de água resultante para uma instalação de aquecimento, são definidos certos requisitos para a água de abastecimento e de reabastecimento. O cálculo da quantidade máxima da água de abastecimento que se pode introduzir sem tratamento é efetuado conforme a fórmula apresentada a seguir (fórmulas para o cálculo da quantidade máxima com a qual se poderá encher as instalações de aquecimento).

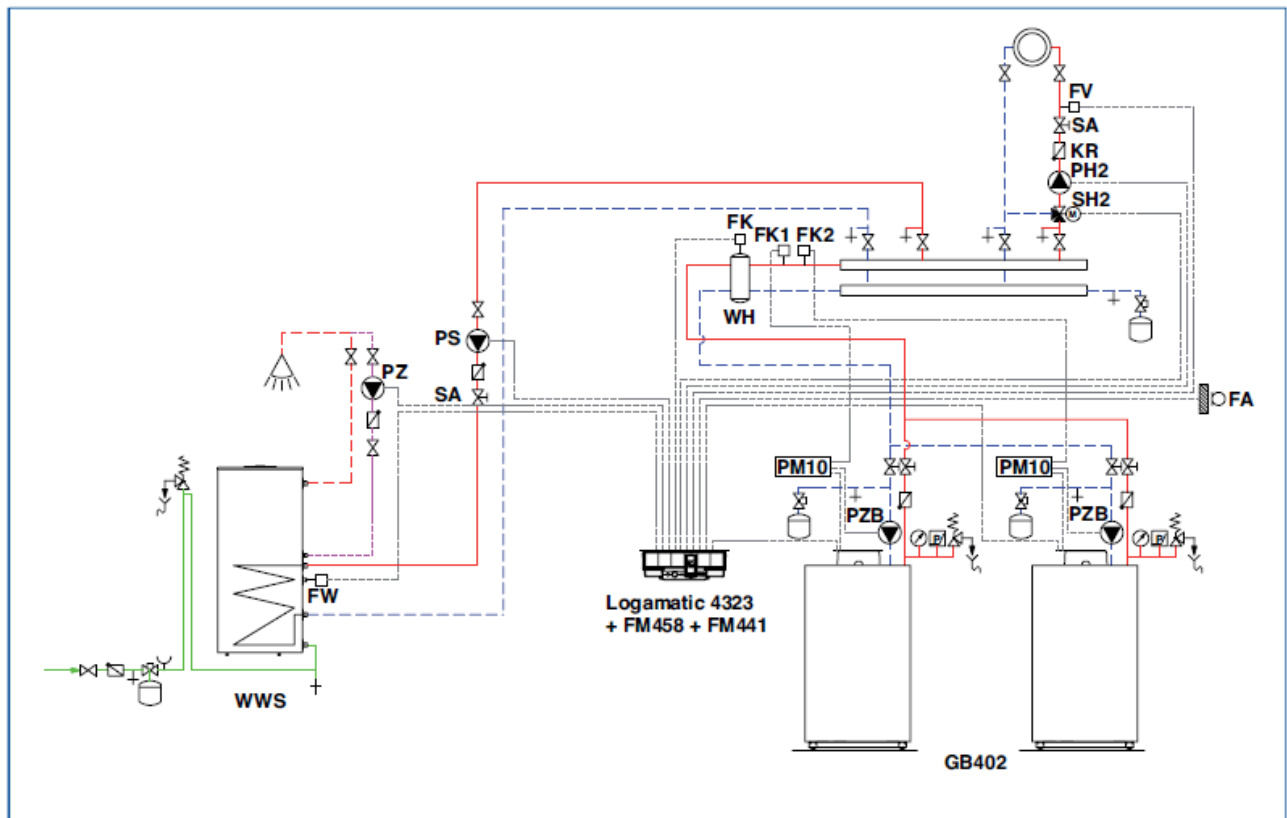
- Para caldeiras de alumínio (> 50 kW e <600 kW).

$$V_{min} = 0,0235 \times \frac{Q \text{ (kW)}}{Ca(HCO_3)_2 \text{ (mol / m}^3\text{)}}$$

A partir de 600 kW, utilizar geralmente água de enchimento totalmente dessalinizada com uma condutividade inferior aos 10 Microsiemens/cm. Por este motivo, deve dessalinizar-se sempre a água de enchimento da Logano plus GB402-620. Isto é aplicável também na cascata Logano plus GB402 (de 2 x 320 kW) >600 kW.

Esquemas Exemplificativos





Certificado de conformidade

Buderus

Konformitätserklärung

Declaration of conformity

Vyhlásenie o zhode - preklad

Wir

We

Bosch Thermotechnik GmbH, D-35573 Wetzlar

My

Erklären in alleiniger Verantwortung, dass Produkt,
dem in der EG-Baumusterprüfbescheinigung beschrieben Baumuster
entspricht und konform ist mit den Anforderungen der nachfolgendes Richtlinien:

Logano plus GB402

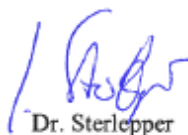
Declare under our responsibility, that our product,
complies with the described model in the EC type examination
certificate and is in conformity with the requirements of the following directives:

Prehlasujeme na svoju zodpovednosť, že náš produkt
je v súlade s popísaným modelom v CE certifikáte
a je v súlade s požiadavkami týchto predpisov:

Richtlinie Directive Predpis	Norm Standard Norma	Bemerkung Remark Poznámka
2009/142/EC gas appliance directive	EN 13836; 2007.06 EN 15417; 2006.07 EN 15420; 2005.12	Notified body: 0085 PIN: CE-0085BU0332
92/42/EEC boiler efficiency directive	-	Notified body: 0085 PIN: CE-0085B U0332
2006/95/EG low voltage directive	EN 60335-1 ; 2007 EN 60335-2-102 ; 2007	-
2004/108/EC EMC directive	EN 6033-1 ; 2007 EN 60335-2-102 ; 2007 EN 61000-3-2 ; 2007 EN 61000-3-3 ; 2006 EN 298 ; 2004	-

Wetzlar, 19.04.2010

Bosch Thermotechnik GmbH
Geschäftsführung


Dr. Sterlepper


Huttelmaier

Anexo D

WF

**Refrigeratori,
Acqua/Acqua installazione interna
con compressore bi-vite
Potenza frigorifera da 630÷1549kW
Potenza termica da 676÷1668kW**

R134a



Aermec partecipa al Programma di Certificazione EUROVENT LCP
I prodotti interessati figurano sul sito
www.eurovent-certification.com



• OTTIMIZZATO PER BASSE TEMPERATURE DI CONDENSAZIONE

ad esempio apparecchi funzionanti in solo raffrescamento con acqua di pozzo o torre, o apparecchi in pompa di calore con acqua prodotta a bassa temperatura

- **MASSIMA TEMPERATURA ACQUA IN USCITA DAL CONDENSATORE: 50°C**
- **VALVOLA TERMOSTATICA ELETTRONICA DI SERIE**

Caratteristiche

Versioni

- **WF_°** Refrigeratore standard
- **WF_A** Refrigeratore alta efficienza
- **Limiti operativi (1)**
- **temperatura dell'acqua in uscita dal condensatore fino a 50 °C**
- temperatura dell'acqua in uscita dall'evaporatore fino a -6 °C
- Due circuiti frigoriferi indipendenti
- Compressori a vite ad elevata efficienza, con funzionamento silenzioso e con regolazione della potenza frigorifera mediante modulazione continua da 12,5 a 100% per ciascun compressore)
- Scambiatori a fascio tubiero ottimizzato per gas R134a
- **Valvola termostatica elettronica di serie**
- Dimensioni compatte
- Adatta all'impiego in pompa di calore con temperatura acqua prodotta fino a 50 °C (con inversione idraulica) con acqua di pozzo o

sonde geotermiche. **Per il funzionamento in riscaldamento prevedere l'accessorio IS, isolamento condensatori**

- **Allestimenti disponibili:**
 - recupero parziale di calore
 - recupero totale di calore
 - motoevaporante
 - ridotta emissione sonora tramite cofanatura dei compressori con pannelli in lamiera zincata di spessore adeguato, ad elevato potere fonoassorbente
- **Regolazione modulare a microprocessore**
 - Ridondanza dei componenti (un microprocessore per circuito)
 - Controllo della temperatura dell'acqua in uscita con regolazione continua della capacità e visualizzazione dinamica della potenza frigorifera
 - Quadri elettrici con cavi numerati
 - Controllo di condensazione con segnale 0-10Vcc per la gestione di una valvola modulante / pompa a velocità variabile in

funzione della pressione

- Trasformatore amperometrico di serie per ciascun compressore
- Funzione "Always Working": in caso di condizioni critiche, la macchina non si arresta ma è in grado di autoregolarsi
- Compensazione automatica dei Set Point con ingresso analogico da 4 a 20 mA o 0 - 10 V o sonda aria esterna
- Differenziale autoadattativo di lavoro per assicurare sempre le corrette tempistiche di funzionamento dei compressori
- Sistema PDC "Pull Down Control": previene l'aumento della potenza quando la temperatura dell'acqua si avvicina velocemente al set point
- DL "Demand Limit": permette di limitare l'assorbimento elettrico della macchina in caso di potenza elettrica insufficiente (picchi di carico o entrata in funzione di generatori).
- Visualizzazione multilingue dei parametri

(1) Per maggiori dettagli sui limiti operativi per versione, fare riferimento alla documentazione tecnica, disponibile sul sito www.aermec.com

Accessori

- **AER485P1:** Interfaccia RS-485 per sistemi di supervisione con protocollo MODBUS.
- **AERWEB300:** il dispositivo AERWEB permette il controllo remoto di un refrigeratore per mezzo di un comune PC tramite collegamento ethernet attraverso un comune browser; sono disponibili 4 modelli:
 - AERWEB300-6:** Web server per monitoraggio e controllo di massimo 6 dispositivi in rete RS485;
 - AERWEB300-18:** Web server per monitoraggio e controllo di massimo 18 dispositivi in rete RS485;
 - AERWEB300-6G:** Web server per monitoraggio e controllo di massimo 6 dispositivi in rete RS485 con

modem GPRS integrato;

AERWEB300-18G: Web server per monitoraggio e controllo di massimo 18 dispositivi in rete RS485 con modem GPRS integrato;

- **PRV3:** Consente di eseguire a distanza le operazioni di comando del refrigeratore.
- **MULTICHILLER:** Sistema di controllo per il comando, l'accensione e lo spegnimento dei singoli refrigeratori in un impianto in cui siano installati più apparecchi in parallelo assicurando sempre la portata costante agli evaporatori.
- **AVX:** Supporti anti-vibranti a molla.

Accessori montati in fabbrica

- **RIF:** Rifasatore di corrente. Collegato in parallelo al motore, permette una riduzione della corrente assorbita (circa il 10%).
- **AKW: ACUSTIC KIT.** (solo per Versioni L) Questo accessorio permette un abbattimento ulteriore del rumore.
- **IS:** Kit isolamento per i condensatori, Accessorio obbligatorio per il funzionamento della macchina in pompa di calore.

Compatibilità accessori

Mod	Vers	2512	2812	3212	3612	4212	4812	5612	6412
AER485P1		•(x2)	•(x2)	•(x2)	•(x2)	•(x2)	•(x2)	•(x2)	•(x2)
AERWEB300		•	•	•	•	•	•	•	•
MULTICHILLER		•	•	•	•	•	•	•	•
PRV3		•	•	•	•	•	•	•	•
Compatibilità AVX									
standard / standard silenziate									
Mod WF		2512°	2812°	3212°	3612°	4212°	4812°	5612°	6412°
AVX		673	673	673	674	674	674	675	675
Mod WF		2512°L	2812°L	3212°L	3612°L	4212°L	4812°L	5612°L	6412°L
AVX		673	673	674	674	674	674	675	675
alta efficienza / alta efficienza silenziate									
Mod WF		2512A	2812A	3212A	3612A	4212A	4812A	5612A	6412A
AVX		673	673	674	675	675	675	676	676
Mod WF		2512AL	2812AL	3212AL	3612AL	4212AL	4812AL	5612AL	6412AL
AVX		674	674	675	675	675	675	676	676
Accessori montati in fabbrica									
RIF		RIFWF2512	RIFWF2812	RIFWF3212	RIFWF3612	RIFWF4212	RIFWF4812	RIFWF5612	RIFWF6412
AKW	(1)	•	•	•	•	•	•	•	•
IS1	(2)	°/A	°/A	°	°	°	°		
IS2	(2)			A	A	A	A	°	°
IS3	(2)							A	A

(1) Disponibile solo nelle versioni L
(2) Accessorio consigliato nell'uso in riscaldamento
Attenzione: Per le versioni D/T/E contattare sede

Scelta dell'unità

Combinando opportunamente le numerose opzioni disponibili, è possibile configurare ciascun modello in modo tale da soddisfare le più specifiche esigenze impiantistiche.

- Campo

Descrizione
- 1,2

WF
- 3,4,5,6

Taglia

2512-2812-3212-3612-4212-4812-5612-6412
- 7

Modello

° Ottimizzato per basse condensazioni
- 8

Versione

° Standard
- A

alta efficienza
- 9

Allestimento

° Standard

L Silenziato
- 10

Recuperatori di calore

° Sebza recuperatori

D Con recupero parziale

T Con recupero totale (3)
- 11

Evaporatore

° Standard

E Motoevaporante
- 12

Alimentazione

° 400V/3/50Hz con fusibili

8 400V/3/50Hz con magnetotermici

5 500V/3/50Hz con fusibili (4)

9 500V/3/50Hz con magnetotermici (4)

(3) Non compatibile con le motoevaporanti "E"
(4) 500V/3/50Hz disponibile per le taglie 2512-2812

Dati Tecnici

WF - °		2512	2812	3212	3612	4212	4812	5612	6412
V/ph/Hz		400V/3/50Hz							
12°C / 7°C	Potenza frigorifera	(1) kW	630	720	872	984	1111	1276	1546
	Potenza assorbita	(1) kW	125,06	143,21	174	194,84	219,28	253,97	309,99
	EER	(1)	5,04	5,03	5,01	5,05	5,06	5,02	4,99
	ESEER	(1)	6,16	6,19	6,16	6,18	6,19	6,2	6,18
	Classe Eurovent a freddo	(1)	B	B	B	A	A	B	B
	Portata d'acqua impianto	(1) l/h	108704	124356	150500	169764	191608	220332	242864
	Perdite di carico	(1) kPa	41	58	56	47	43	62	75
	Portata d'acqua geotermico	(1) l/h	128639	147069	178115	200810	226576	260529	287309
40°C / 45°C	Perdite di carico	(1) kPa	16	16	18	16	18	24	19
	Potenza termica	(2) kW	678	775	940	1060	1195	1374	1515
	Potenza assorbita	(2) kW	158,11	180,8	219,28	246,23	277,48	319,33	390,48
	COP	(2)	4,29	4,29	4,29	4,31	4,31	4,3	4,29
	Classe Eurovent a caldo	(2)	B	B	B	B	B	B	B
	Portata d'acqua impianto	(2) l/h	116616	133300	161508	182148	205368	235984	260408
	Perdite di carico	(2) kPa	13	13	14	13	14	19	15
	Portata d'acqua geotermico	(2) l/h	91126	104215	126214	142442	160596	184676	203545
Perdite di carico		(2) kPa	28	39	38	32	29	43	44

WF - A		2512	2812	3212	3612	4212	4812	5612	6412
V/ph/Hz		400V/3/50Hz							
12°C / 7°C	Potenza frigorifera	(1) kW	639	725	887	1004	1132	1278	1549
	Potenza assorbita	(1) kW	120,53	137,92	168,89	188,58	213,76	239,85	298,99
	EER	(1)	5,3	5,26	5,25	5,32	5,3	5,33	5,18
	ESEER	(1)	6,63	6,61	6,63	6,66	6,67	6,66	6,54
	Classe Eurovent a freddo	(1)	A	A	A	A	A	A	A
	Portata d'acqua impianto	(1) l/h	110252	125216	153252	173204	195564	220504	243724
	Perdite di carico	(1) kPa	44	59	62	44	62	42	51
	Portata d'acqua geotermico	(1) l/h	129043	146621	179396	202616	228734	257923	285881
40°C / 45°C	Perdite di carico	(1) kPa	63	64	72	69	69	74	77
	Potenza termica	(2) kW	676	772	944	1066	1199	1358	1506
	Potenza assorbita	(2) kW	150,92	171,87	210,18	237,08	260	300,67	338,30
	COP	(2)	4,5	4,49	4,49	4,5	4,5	4,52	4,45
	Classe Eurovent a caldo	(2)	A	A	A	A	A	A	B
	Portata d'acqua impianto	(2) l/h	116272	132268	161680	182664	206228	232716	258172
	Perdite di carico	(2) kPa	51	51	58	56	55	59	62
	Portata d'acqua geotermico	(2) l/h	92252	104980	128346	144919	161508	184840	204250
Perdite di carico		(2) kPa	30	40	42	30	42	29	28

Dati (14511:2013)

(1) Acqua impianto (in/out) 12°C/7°C; Acqua geotermico (in/out) 30°C/35°C

(2) Acqua impianto (in/out) 40°C/45°C; Acqua evaporatore (in/out) 10°C/5°C

WF - °E		2512	2812	3212	3612	4212	4812	5612	6412
12°C / 7°C	Potenza frigorifera	(3) kW	547	624	748	842	954	1077	1208
	Potenza assorbita	(3) kW	143	162	195	221	247	279	313
	EER	(3)	3,83	3,85	3,84	3,81	3,86	3,86	3,85
	Portata d'acqua evaporatore	(3) l/h	94084	107328	128656	144824	164088	185244	207776
	Perdite di carico	(3) kPa	31	43	41	34	31	44	55

WF - AE		2512	2812	3212	3612	4212	4812	5612	6412
12°C / 7°C	Potenza frigorifera	(3) kW	585	665	800	899	1016	1148	1246
	Potenza assorbita	(3) kW	143	162	195	221	248	280	313
	EER	(3)	4,09	4,1	4,1	4,07	4,1	4,1	3,98
	Portata d'acqua evaporatore	(3) l/h	100620	114380	137600	154628	174752	197456	214312
	Perdite di carico	(3) kPa	36	49	50	35	49	34	31

(3) Acqua evaporatore (in/out) 12°C/7°C; Temperatura di condensazione 45°C

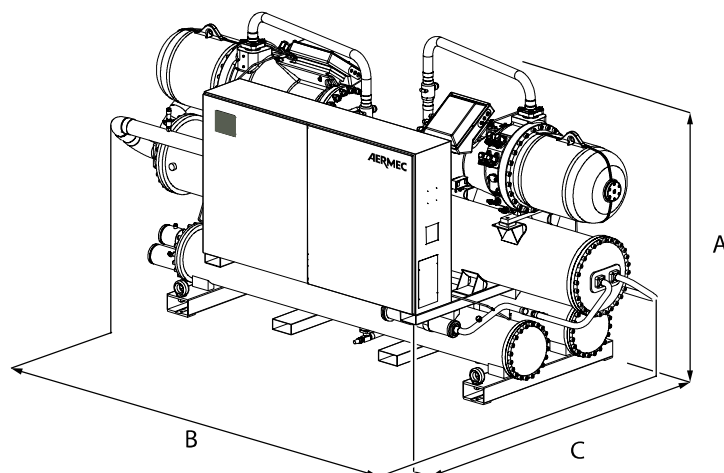
		2512	2812	3212	3612	4212	4812	5612	6412
Dati elettrici									
Corrente assorbita totale a freddo	°	A	212	243	282	317	349	416	506
Corrente assorbita totale a caldo		A	271	312	361	406	447	533	648
Corrente assorbita totale a freddo	A	A	202	232	268	303	332	392	483
Corrente assorbita totale a caldo		A	258	297	343	388	425	501	559
Corrente assorbita totale a freddo	°E/AE	A	242	277	321	363	398	465	516
Corrente massima (FLA)		A	294	336	396	446	494	572	636
Corrente di spunto (LRA)		A	447	528	596	659	712	872	1156
Compressori bi-vite									
Compressori / Circuito		n°/n°	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2
Gas refrigerante		Tipo	R134a						
Scambiatore lato impianto									
Scambiatore		Tipo/n°	Fascio tubiero/1						
Attacchi idraulici (In/Out)	°	Ø	6"	6"	6"	8"	8"	8"	8"
Attacchi idraulici (In/Out)	A	Ø	8"	8"	8"	10"	10"	10"	10"
Scambiatore lato sorgente									
Scambiatore		Tipo/n°	Fascio tubiero/2						
Attacchi idraulici (In/Out)	°	Ø	5"	5"	5"	5"	5"	5"	6"
Attacchi idraulici (In/Out)	A	Ø	4"	4"	5"	5"	5"	5"	6"
Dati sonori									
Livello di potenza sonora		dB(A)	62	62	62	62	63	64	65
Livello di pressione sonora		dB(A)	94	94	94	94	95	96	97

Potenza sonora Aermec determina il valore della potenza sonora sulla base di misure effettuate in accordo con la normativa UNI EN ISO 9614-2, nel rispetto della certificazione Eurovent.

Pressione sonora (Funzionamento a freddo) Pressione sonora misurata in campo libero, a 10 m di distanza dalla superficie esterna dell'unità (in accordo con la UNI EN ISO 3744).

Nota: Per maggiori informazioni fare riferimento al programma di selezione o alla documentazione tecnica disponibile sul sito www.aermec.com

Dati dimensionali (mm)



Mod WF			2512°	2812°	3212°	3612°	4212°	4812°	5612°	6412°
Altezza	mm	(A)	2100	2100	2050	2120	2140	2140	2210	2210
Larghezza	mm	(B)	3690	3690	4030	4030	4370	4370	4610	4760
Profondità	mm	(C)	1470	1470	1470	1520	1550	1550	1600	1600
Peso	Kg		3570	3650	4470	4750	5050	5180	6030	6260

Mod WF			2512A	2812A	3212A	3612A	4212A	4812A	5612A	6412A
Altezza	mm	(A)	2180	2180	2190	2340	2340	2340	2380	2380
Larghezza	mm	(B)	4330	4330	4330	4370	4550	4550	4800	4800
Profondità	mm	(C)	1470	1470	1537	1695	1695	1695	1700	1700
Peso	Kg		4080	4140	5470	5950	6240	6440	7230	7360

Attenzione: Per le dimensioni delle versioni D - T - L - E contattare sede

Anexo E

WRL
180/650
REVERSIBILE
LATO ACQUA

Refrigeratori reversibili lato acqua
Acqua/Acqua per installazione interna
con compressori scroll scambiatori a piastre
Potenza frigorifera 50÷173kW
Potenza termica 51÷184kW

R410A



Aermec
partecipa al programma
EUROVENT: LCP
I prodotti interessati figurano sul sito
www.eurovent-certification.com



PGD1
Pannello remoto semplificato.
ACCESSORIO



TAT - TAH
Terminale ambiente
ACCESSORIO



**DETRAZIONE
FISCALE del
65%**
2016

Per sapere i modelli che
rientrano nella detrazione
fiscale, fare riferimento alla lista
pubblicata nel sito
www.aermec.it

- **ELEVATE EFFICIENZE**
- **POSSIBILITÀ DI AVERE:
RECUPERO DI CALORE PARZIALE
PRODUZIONE DI ACQUA CALDA FINO A 55 °C**
- **UTILIZZABILI PER APPLICAZIONI GEOTERMICHE**

Caratteristiche

WRL è la gamma di refrigeratori condensati ad acqua funzionanti con refrigerante R410A. Si tratta di unità da interno con compressori ermetici scroll che rispondono perfettamente alle esigenze del mercato: dimensioni ridotte, facilità di installazione, bassa rumorosità.

Efficienze elevate

Aermec ha progettato queste unità ottimizzando il funzionamento in pompa di calore, consentendo di raggiungere elevate prestazioni e bassi consumi.

Connessioni

Le connessioni elettriche ed idrauliche sono tutte posizionate nella parte superiore dell'unità facilitando le operazioni di installazione e di manutenzione. Tutto ciò consente inoltre di ridurre gli spazi tecnici e la loro collocazione nel minor spazio possibile.

Silenziosità

Le unità WRL si contraddistinguono per la silenziosità di esercizio. Una accurata insonorizzazione dell'unità con adeguato materiale fonoassorbente conferisce a tutte le unità bassi livelli di rumorosità.

Set point dinamico

Grazie all'impiego di una regolazione elettronica di ultima generazione e all'utilizzo di una sonda di temperatura aria esterna (Accessorio) la pompa di calore è in grado di adeguare la temperatura dell'acqua prodotta, al variare delle condizioni climatiche, incrementando l'efficienza energetica del sistema.

Vantaggi

Le scelte tecnologiche fatte, orientate sempre alla massima qualità, in abbinamento all'impiego delle più innovative tecnologie, rendono la serie WRL in grado di assicurare oltre alla massima efficienza energetica, una completa facilità di installazione e un'ottima versatilità d'impiego orientata all'utilizzo di fonti alternative.

Versione

- **WRL_°=** Reversibile lato acqua
- **WRL_K=** Reversibile lato acqua con basse perdite di carico lato evaporatore
- **WRL_E=** Motoevaporanti

Caratteristiche tecniche

- Struttura e basamento in lamiera zincata a

caldo e verniciata a polveri epossidiche. (RAL 9002).

- Scambiatori a piastre generosamente dimensionati.
- Compressori ad elevata resa e basso assorbimento elettrico.
- Flussostato di serie.
- Conforme alle direttive sulla sicurezza (CE) e alla normativa per la compatibilità elettromagnetica.
- La sicurezza dell'apparecchio è garantita dal sezionatore bloccaporta sul quadro elettrico e da protezioni attive sui principali componenti.
- Comando accessibile dall'esterno, con l'interfaccia utente a display, visualizzazione di tutti i parametri di funzionamento in 4 lingue.
- Regolazione elettronica di ultima generazione.
- Pannello di comando di facile uso con segnalazione allarmi.

Accessori

- **AER485P1:** Interfaccia RS-485 per sistemi di supervisione con protocollo MODBUS.
- **AERWEB300:** il dispositivo AERWEB permette il controllo remoto di un refrigeratore per mezzo di un comune PC tramite collegamento ethernet attraverso un comune browser; sono disponibili 4 modelli:
AERWEB300-6: Web server per monitoraggio e controllo di massimo 6 dispositivi in rete RS485;
AERWEB300-18: Web server per monitoraggio e controllo di massimo 18 dispositivi in rete RS485;
AERWEB300-6G: Web server per monitoraggio e controllo di massimo 6 dispositivi in rete RS485 con modem GPRS integrato;
AERWEB300-18G: Web server per monitoraggio e controllo di massimo 18 dispositivi in rete RS485 con modem GPRS integrato;
- **VT:** Supporti antivibranti.
- **TAT:** Terminale ambiente con sonda di temperatura, modello ad incasso a 230Vac, capace di comandare una valvola ON-OFF o una pompa di zona
- **TAH:** Terminale ambiente con sonda di temperatura e umidità, modello ad incasso a 230Vac, capace di comandare una valvola ON-OFF o una pompa di zona e il consenso deumidificatore
- **SSM:** Sonda da utilizzare in abbinamento alla valvola miscelatrice in presenza di applicazioni con pannelli radianti. Accessorio da richiedere unitamente all'accessorio di zona VMFCRP.
- **S...I:** Accumuli impianto; disponibili nelle taglie 200, 300, 400 e 500 litri (S200I, S300I, S400I e S500I).
- **PGD1:** Pannello remoto semplificato. Consente di eseguire i controlli base dell'unità con segnalazione degli allarmi. Remotabile a 500 m con cavo
- **WRL:** TWISTATO 2 COPPIE + SCHERMO a coppie schermate e TCONN6J000.
- **KSAE:** Sonda aria esterna. Sonda di temperatura con contenitore plastico.
- **VMFCRP:** Gestione Zone WRL, può gestire fino ad un massimo di n° 3 zone con le seguenti modalità:
- Zona n° 1: Gestita di serie grazie all'utilizzo di una regolazione elettronica di ultima generazione. È consigliato montare la sonda a bracciale "SSM" (accessorio) per controllare la temperatura di mandata.
 - Le gestione delle rimanenti Zona 2 e Zona 3 è possibile utilizzando, per ciascuna zona, gli accessori VMFCRP + SSM.

WRL	180	200	300	400	500	550	600	650
AER485P1	•	•	•	•	•	•	•	•
VT	9	9	9	9	15	15	15	15
TAT	•	•	•	•	•	•	•	•
TAH	•	•	•	•	•	•	•	•
SSM	•	•	•	•	•	•	•	•
S...I (200-300-400-500)	•	•	•	•	•	•	•	•
PGD1	•	•	•	•	•	•	•	•
KSAE	•	•	•	•	•	•	•	•
VMFCRP	•	•	•	•	•	•	•	•

Scelta dell'unità

Combinando opportunamente le numerose opzioni disponibili, è possibile configurare ciascun modello in modo tale da soddisfare le più specifiche esigenze impiantistiche.

Campo	Descrizione
1,2,3	WRL
4,5,6	Taglia 180-200-300-400-500-550-600-650
7	Campo d'impiego ° Standard (con acqua prodotta superiore a +4°C) Y Bassa temperatura (con acqua prodotta da +4°C a -8°C) X Valvola termostatica elettronica (temperatura acqua prodotta fino a +4°C) per temperature diverse contattare sede
8	Modello ° Reversibile lato acqua K Reversibile lato acqua con basse perdite di carico lato evaporatore E Motoevaporante (1)
9	Versione ° Standard
10	Recupero di calore ° Senza recupero di calore D Con desurriscaldatore
11	Pompe lato condensatore ° Senza pompa B Pompa bassa prevalenza U Pompa alta prevalenza F Pompa inverter bassa prevalenza I Pompa inverter alta prevalenza V Valvola due vie modulante Pompe lato evaporatore ° Senza pompe P Pompa bassa prevalenza N Pompa alta prevalenza
12	Campo non utilizzato °
13	Soft-start ° Senza soft-start S Con soft-start
13	Alimentazione ° 400V/3/50Hz 5 500V/3/50Hz (2)

(1) Spedite con la sola carica di tenuta

(2) 500V/3/50Hz solo per le taglie 400-650

Dati tecnici

Modello WRL_° standard			180°	200°	300°	400°	500°	550°	600°	650°
Resa frigorifera	(3)	kW	50	64	74	86	100	129	150	168
Potenza assorbita	(3)	kW	10,95	14,52	16,91	18,34	20,51	26,96	30,98	35,73
E.E.R.	(3)	W/W	4,52	4,42	4,39	4,67	4,86	4,79	4,83	4,71
E.S.E.E.R.	-		4,61	4,43	4,40	4,40	5,47	5,67	5,23	4,82
Classe Eurovent	-		C	C	C	B	B	B	B	B
Portata acqua evaporatore		l/h	8559	11094	12838	14838	17205	22320	25872	29126
Perdite di carico lato impianto		kPa	27	43	46	60	30	49	53	67
Portata acqua condensatore		l/h	10176	13210	15290	17459	20242	26265	30400	34312
Perdite di carico lato geotermico		kPa	27	46	62	81	32	52	57	72
Resa termica		kW	51	69	76	89	102	140	161	180
Potenza assorbita		kW	12,79	17,46	19,16	21,29	23,49	32,51	37,00	42,04
COP		W/W	4,02	3,97	3,98	4,18	4,35	4,32	4,34	4,28
Portata acqua condensatore		l/h	8808	11858	13031	15201	17494	24030	27518	30791
Perdite di carico lato impianto		kPa	20	37	44	61	24	44	47	59
Consumo acqua evaporatore		l/h	6668	8963	9859	11711	13560	18640	21381	23843
Perdite di carico lato geotermico		kPa	19	31	30	41	20	37	38	47

Raffreddamento (14511:2013)

Temperatura acqua evaporatore (in/out) 12°C/7°C; Temperatura acqua condensatore (in/out) 30°C/35°C
(3) per le unità reversibili lato acqua EUROVENT certifica le sole rese a freddo (12/7°C - 30/35°C)

Riscaldamento

Temperatura acqua condensatore (in/out) 40°C/45°C; Temperatura acqua evaporatore (in/out) 10°C/5°C

Modello WRL_K Basse perdite di carico			180K	200K	300K	400K	500K	550K	600K	650K
Resa frigorifera	(3)	kW	50	66	76	88	100	133	154	173
Potenza assorbita	(3)	kW	10,95	14,49	16,91	18,31	20,51	26,75	30,81	35,55
E.E.R.	(3)	W/W	4,52	4,56	4,52	4,83	4,86	4,98	5,01	4,89
E.S.E.E.R.	-		4,61	4,43	4,40	4,40	5,47	5,67	5,23	4,82
Portata acqua evaporatore		l/h	8559	11427	13223	15284	17205	22990	26648	30000
Perdite di carico lato impianto		kPa	27	34	42	48	30	24	33	41
Portata acqua condensatore		l/h	10176	13543	15675	17904	20242	26934	31176	35186
Perdite di carico lato geotermico		kPa	27	48	65	85	32	55	60	76
Resa termica		kW	51	71	78	91	102	144	164	184
Potenza assorbita		kW	12,79	17,46	19,19	21,30	23,49	32,38	37,00	41,96
COP		W/W	4,02	4,06	4,06	4,28	4,35	4,44	4,46	4,39
Portata acqua condensatore		l/h	8808	12135	13336	15563	17494	24605	28178	31528
Perdite di carico lato impianto		kPa	20	39	46	64	24	46	49	62
Consumo acqua evaporatore		l/h	6668	9530	10482	12422	13560	19754	22655	25274
Perdite di carico lato geotermico		kPa	19	25	30	35	20	20	25	32

Raffreddamento (14511:2013)

Temperatura acqua evaporatore (in/out) 12°C/7°C; Temperatura acqua condensatore (in/out) 30°C/35°C
(3) per le unità reversibili lato acqua EUROVENT certifica le sole rese a freddo (12/7°C - 30/35°C)

Riscaldamento

Temperatura acqua condensatore (in/out) 40°C/45°C; Temperatura acqua evaporatore (in/out) 10°C/5°C

Modello WRL_E motoevaporanti			180E	200E	300E	400E	500E	550E	600E	650E
Resa frigorifera		kW	46,0	60,1	69,6	80,1	90,6	121,3	140,2	158,7
Potenza assorbita		kW	12,4	16,0	18,5	19,8	23,1	29,6	34,1	38,5
E.E.R.		W/W	3,7	3,8	3,8	4,1	3,9	4,1	4,1	4,1
Portata acqua evaporatore		l/h	7900	10340	11980	13770	15580	20860	24110	27300
Perdite di carico lato impianto		kPa	23	39	39	56	25	42	47	57

Raffreddamento

Temperatura acqua evaporatore (in/out) 12°C/7°C; Temperatura di condensazione 45°C

Dati tecnici

DATI GENERALI				180	200	300	400	500	550	600	650
Dati elettrici											
Corrente assorbita totale a freddo	(4)	°	A	19,90	25,00	28,50	31,90	36,30	50,80	59,30	68,30
Corrente assorbita totale a caldo	(4)	°	A	22,80	29,50	32,00	35,90	41,10	57,80	66,70	76,10
Corrente assorbita totale a freddo	(4)	E	A	22,9	28,5	32,4	35,6	41,8	55,8	64,8	73,9
Corrente massima (FLA)			A	32	42	45	52	59	99	112	125
Corrente di spunto (LRA)			A	119	123	125	167	174	265	310	323
Compressori											
Compressori			tipo	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll
			n°	2	2	2	2	2	2	2	2
Circuiti			n°	1	1	1	1	1	1	1	1
Controllo capacità			%	50-100	50-100	50-100	50-100	50-100	50-100	50-100	50-100
Gas refrigerante			tipo	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A
Scambiatore lato impianto											
Evaporatore			tipo	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre
			n°	1	1	1	1	1	1	1	1
Attacchi idraulici victaulic (in/out)			Ø	2"	2"	2"	2"	2"½	2"½	2"½	2"½
Scambiatore lato geotermico											
Condensatore			tipo	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre
			n°	1	1	1	1	1	1	1	1
Attacchi idraulici victaulic (in/out)			Ø	2"	2"	2"	2"	2"½	2"½	2"½	2"½
Scambiatore lato recupero											
Desurriscaldatore			tipo	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre	Piastre
			n°	1	1	1	1	1	1	1	1
Attacchi idraulici victaulic (in/out)			Ø	1"½	1"½	1"½	1"½	1"½	1"½	1"½	1"½
Kit idronici				fare riferimento documentazione tecnica							
Dati sonori											
Pressione sonora			dB(A)	29,1	29,8	30,9	39,1	35,6	47,1	47,1	47,1
Potenza sonora			dB(A)	61,1	61,8	62,9	71,1	67,6	79,1	79,1	79,1
Alimentazione elettrica			V/ph/Hz	400V/3/50Hz							

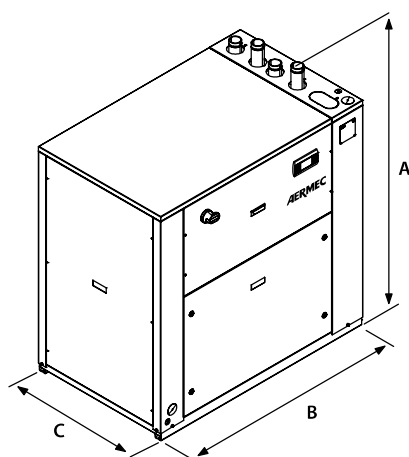
(4) I dati elettrici sono delle versioni senza kit idronico integrato

Potenza sonora Aermec determina il valore della potenza sonora sulla base di misure effettuate in accordo con la normativa UNI EN ISO 9614-2, nel rispetto di quanto richiesto dalla certificazione Eurovent.

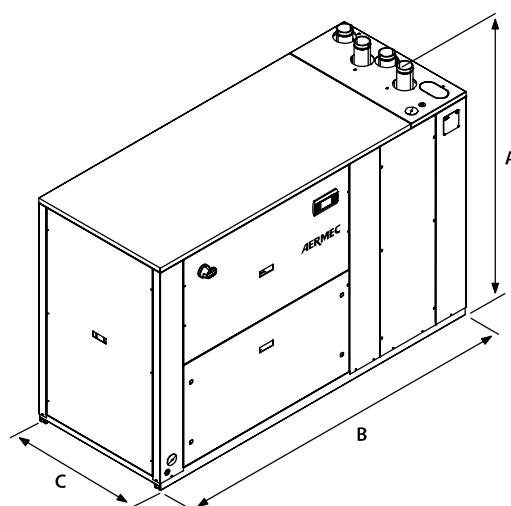
Pressione sonora Pressione sonora misurata in campo libero, a 10 m di distanza dalla superficie esterna dell'unità (in accordo con la UNI EN ISO 3744).

Nota: Per maggiori informazioni fare riferimento al programma di selezione Magellano o alla documentazione tecnica disponibile sul sito www.aermec.com

Dimensioni (mm)



WRL 180-400



WRL 500-650

Modello WRL			180	200	300	400	500	550	600	650
Altezza	A	mm	1380	1380	1380	1380	1380	1380	1380	1380
Larghezza	B	mm	1320	1320	1320	1320	2060	2060	2060	2060
Profondità	C	mm	845	845	845	845	845	845	845	845
Peso a vuoto		kg	375	375	381	388	518	594	670	715

Anexo F



SilverSol2

Colector solar plano
selectivo certificado





Design moderno e discreto

a estrutura de alumínio lacado em tom cinzento confere uma grande sobriedade estética bem como uma elevada resistência à corrosão pela poluição e pela água do mar

Certificação europeia Solar Keymark

grande qualidade e elevado rendimento reconhecidos por uma entidade independente. O colector Solius SilverSol está certificado de acordo com a norma europeia EN12975 e merece a prestigiada marcação Solar Keymark

Garantia alargada de 10 anos

Permitindo usufruir por muitos anos de um colector solar de bom rendimento.

Desenho moderno em tom cinza RAL 9006

Exemplos de instalação



Modelo			SilverSol2	SilverSol2 XL
Áreas	bruta	(m ²)	2,09	2,49
	absorvedor	(m ²)	1,91	2,26
	abertura	(m ²)	1,91	2,29
Rendimento	rendimento óptico (área de abertura)	(%)	74,5	74,5
	coeficiente perdas a ₁	[W/(m ² .K)]	3,556	3,556
	coeficiente perdas a ₂	[W/(m ² .K)]	0,017	0,017
	factor de correcção de ângulo (K _{50°})		0,847	0,847
	capacidade térmica	[kJ/(m ² .K)]	10,57	10,57
Potência	c/ radiação 1000 W/m ² e ΔT= 10 °C	(W)	1352	1621
	c/ radiação 700 W/m ² e ΔT= 30 °C	(W)	763	915
	c/ radiação 400 W/m ² e ΔT= 50 °C	(W)	148	178
Dimensões	altura	(mm)	2031	2031
	largura	(mm)	1027	1230
	profundidade	(mm)	93	93
	peso	(kg)	41	50
	volume de água	(litros)	1,40	1,64
Dados Técnicos	pressão máx. funcionamento	(bar)	10	10
	temperatura estagnação	(°C)	193	193
Ligações	impulsão e retorno	(mm)	Ø22	Ø22

Anexo G



CRITICALKINETICS

ENERGY CONSULTANTS

Centro Hospital Médio Tejo

Abrantes

Instalação Sistema Solar Térmico
Circulação Forçada

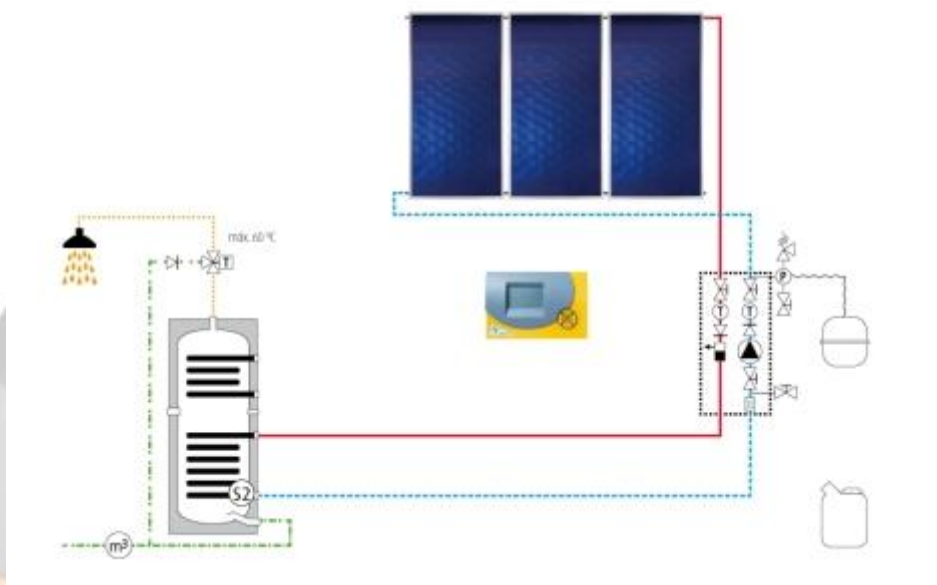
PROPOSTA



09 Setembro 2016

Dados técnicos do projecto

Neste ponto serão apresentados os elementos técnicos do sistema a instalar, clarificando aspectos como componentes do sistema e respectivo desempenho.



Esquema de ligação

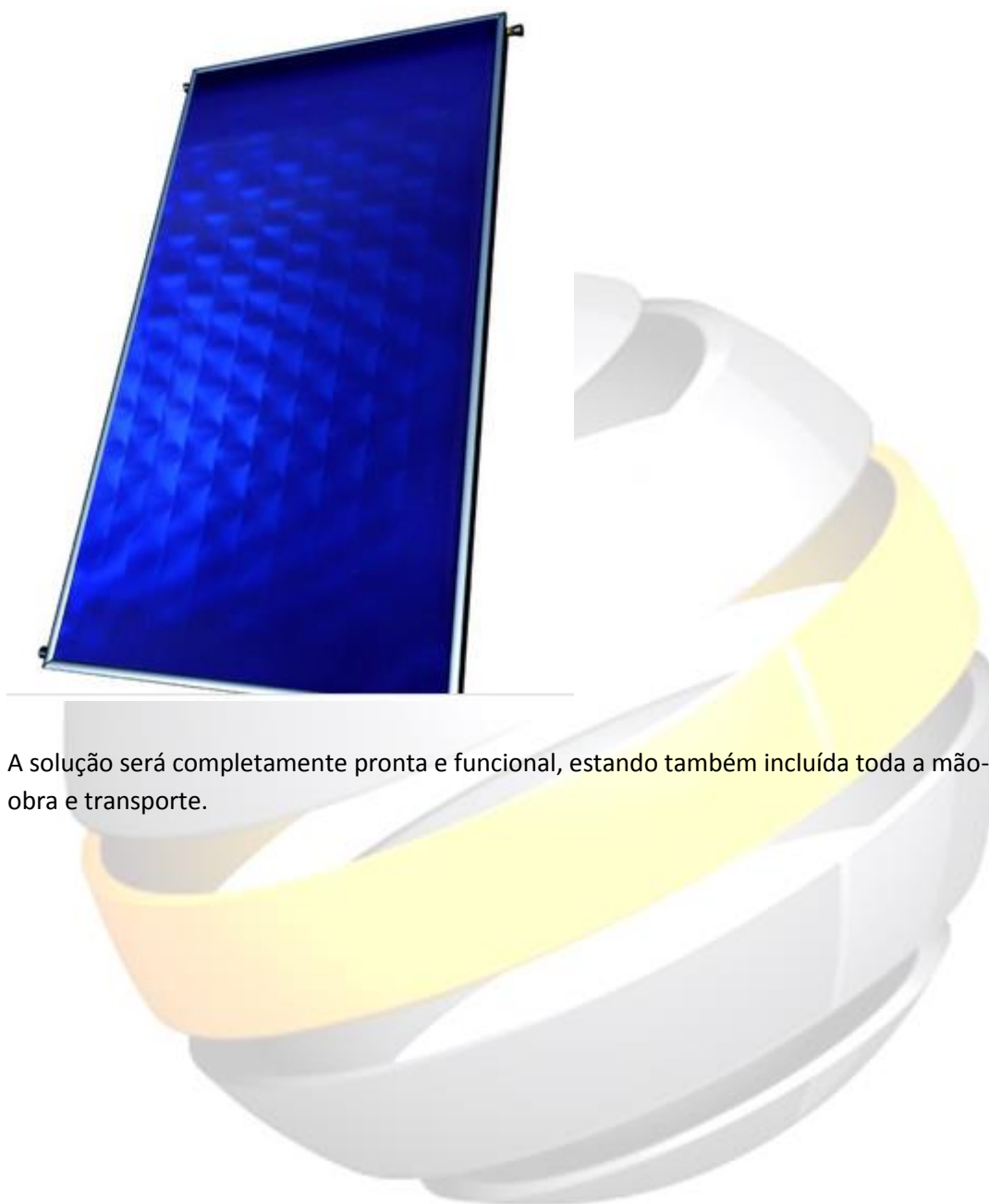
Colector Solius SilverSol 2 XL

Qualidade e elevado rendimento reconhecidos. O colector Solius SilverSol 2 XL está certificado de acordo com a norma europeia EN12975 e merece a prestigiada marcação Solar Keymark. A estrutura de alumínio lacado em tom cinzento confere uma grande sobriedade estética bem como uma elevada resistência à corrosão pela poluição e pela água do mar.

CRITICAL KINETICS
ENERGY CONSULTANTS



Grupo CRITICAL KINETICS:
Serviços de Energia Renovável | Projetos de Eficiência Energética | Sistemas Energéticos | Formação
Técnica Avançada



A solução será completamente pronta e funcional, estando também incluída toda a mão-de-obra e transporte.

CRITICAL KINETICS
ENERGY CONSULTANTS

OBRA:		Hotel Rural Odemira					
Marca/modelo	Equipamento	Un	Qt	Preço Unitário		Total	
Solius	60 Colectores solar SilverSol2 XL	un	1	25.966,5 €		25.966,5 €	
Solius	Uniões e joelhos bicone 22mm						
Solius	Vaso de exp. Solar						
Solius	Vaso de exp. AQS						
Solius	Ligações vaso exp.						
Solius	Liquido Solar						
Solius	Controlador Solar						
Solius	Grupo hidráulico SOLMAX DN32 c/ Wilo						
Solius	Valvula misturadora						
Solius	Conj. Lig. Dep. AQS						
	Acessórios diversos (curvas, tê...)	un	1	156€		156€	
	Tubo cobre Nú 22	m	250	8,19€		2047,5€	
Armaflex	Isolamento 22mm*13mm	m	250	2,42€		605€	
	Estrutura suporte painéis	un	60	47,25€		2835€	
CK	Transporte, montagem, responsabilidade técnica	un	1	2.522€		2.522 €	
					Total s/ IVA		34.132 €
			IVA		23%	7.850,36€	
					Total c/ IVA		41.982.36€

CRITICAL KINETICS
ENERGY CONSULTANTS



Condições da proposta e aprovação

Caso esta proposta vá de encontro às expectativas do Cliente, devem ser consideradas as seguintes condições:

- a) O valor de investimento é de **41.982,36€**.
- b) Condições de Pagamento: A combinar.
- c) Esta proposta tem um mês de validade.

Contatos

Carlos Pereira
Engº Electrotécnico
e-mail: cpereira@critical-kinetics.pt
tlm: 919895848

A Direcção

CRITICAL KINETICS, UNIPessoal, LDA.

NIF: 509 900 518

www.critical-kinetics.com | info@critical-kinetics.com

Tlm.: (00351) 918 451 347 - Apartado 40018

1514-801 LISBOA - PORTUGAL

A Gerência,

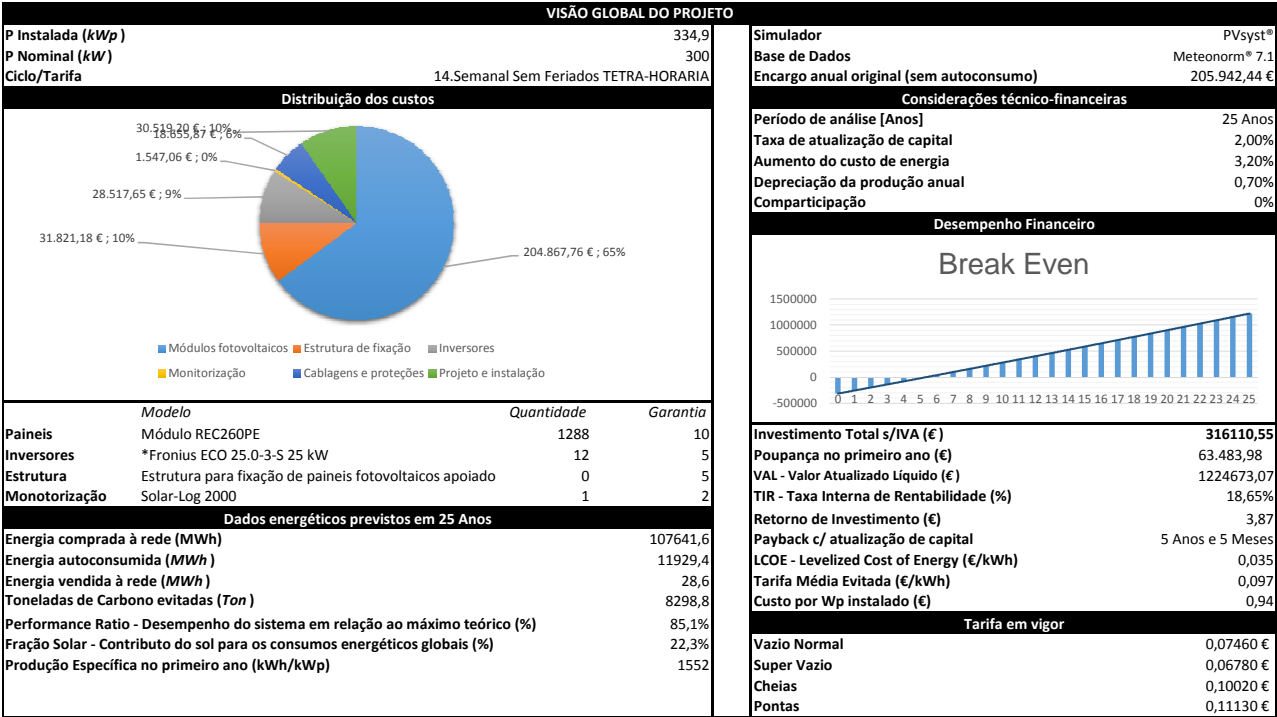
Engº Hugo Ricardo Barbosa

CRITICAL KINETICS
ENERGY CONSULTANTS



Anexo H

POS.	DESCRIÇÃO	Un	Qt	Preço un	Preço total
1	* Módulos/Marca				
	Módulo REC260PE	Un	1.288,00	159,06 €	204.867,76 €
2	* Estrutura/tipo				
	Estrutura para fixação de painéis fotovoltaicos apoiados numa estrutura Triangular	Un	1.288,00	24,71 €	31.821,18 €
3	* Inversores				
	*Fronius ECO 25.0-3-S 25 kW	Un	12,00	2.376,47 €	28.517,65 €
4	* Sistema de monotorização Solar Log				
	Solar-Log 2000	Un	1,00	901,18 €	901,18 €
	Transformadores de Corrente	Un	3,00	38,82 €	116,47 €
	Data Modul Fronius	Un	1,00	523,00 €	523,00 €
	Solar-Log™ Utility Meter	Un	1,00	529,41 €	529,41 €
5	* Circuito DC				
	ELD Cabo solar 4mm2	m	3.000,00	0,47 €	1.411,76 €
	LXV 10mm2	m	100,00	6,74 €	674,00 €
	LXV 95mm2	m	-	0,00 €	0,00 €
	Fichas PV MC40	Un	104,00	2,59 €	269,18 €
	Linha Equipotencial H07V- K 4mm2 - Painéis	m	1.500,00	0,32 €	476,47 €
	Linha Equipotencial H07V- K 10mm2	m	500,00	0,87 €	435,29 €
	Caminhos de cabos em esteira de PVC e tubos PVC cinza	m	1.000,00	0,55 €	552,94 €
	Cx. Quadro Geral 4M DC	m	56,00	12,71 €	711,53 €
	Consumíveis	Un	1,00	3.030,59 €	3.030,59 €
	Seccionador de Fusível + fusível	Un	56,00	14,03 €	785,45 €
	Cx. de Junção 4 string	Un	9,00	85,00 €	765,00 €
	Descarregador sobretensões DC	Un	56,00	51,76 €	2.898,82 €
6	* Circuito AC				
	Cabo XV 3x70+2G35mm2 (Quadro AC -> QGBT)	m	40,00	30,28 €	1.211,29 €
	Cabo XG 5G10mm2 (Inversor -> Quadro AC)	m	300,00	7,07 €	2.119,76 €
	Cx. Quadro Geral AC	Un	1,00	235,29 €	235,29 €
	Inter. dif. 3P+N 40A 300 mA tipo AC 4M	Un	12,00	63,11 €	757,36 €
	Disjuntor 4P 40A C 6/10kA 4M	Un	12,00	52,61 €	631,31 €
	Descarregador SobreTensões AC	Un	1,00	108,37 €	108,37 €
	Interruptor geral corte aparente 4P 630A	Un	1,00	324,09 €	324,09 €
	Caminho de Cabos	m	100,00	2,72 €	271,76 €
7	* RESP				
	Cx. de para contador	Un	1,00	38,13 €	38,13 €
	Tubagem 40mm	m	100,00	0,00 €	0,00 €
	Calhas	m	20,00	2,36 €	47,20 €
	Contador de produção c/ Telecontagem	Un	1,00	411,76 €	411,76 €
	Abraçadeira	Un	90,00	1,64 €	147,60 €
8	Construção Civil				
	Aluguer de grua	m	-	0,00 €	0,00 €
9	*Instalação				
	Transporte, Montagem, Responsabilidade técnica	un	1,00	30.519,20 €	30.519,20 €
Preço s/ IVA					316.110,83 €
IVA 23%					72.705,49 €
Preço c/ IVA					388.816,32 €

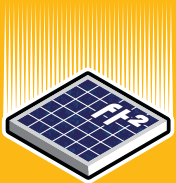


Anexo I

HIGH PERFORMANCE SOLAR PANELS

REC PEAK ENERGY BLK SERIES

REC Peak Energy BLK Series panels are the perfect choice for building solar systems that combine long lasting product quality with reliable power output. REC combines high quality design and manufacturing standards to produce high-performance solar panels with uncompromising quality.



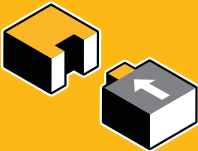
**MORE POWER
PER FT²**



**ROBUST AND
DURABLE DESIGN**

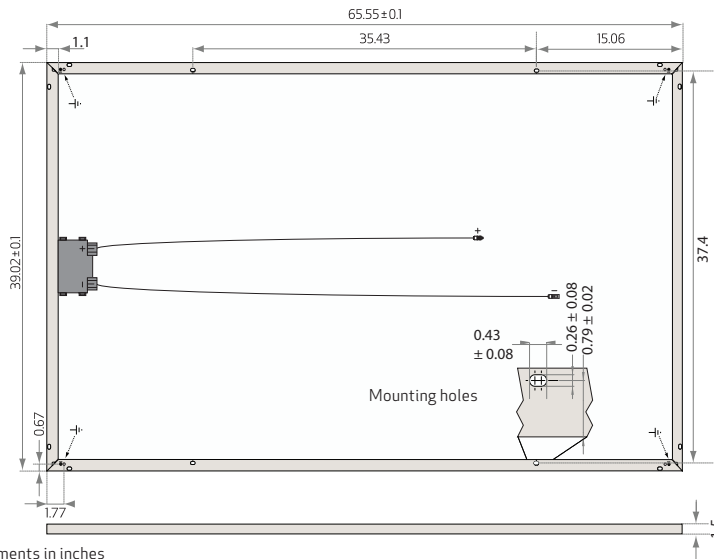


**ENERGY PAYBACK
TIME OF ONE YEAR**



**EASY TO
INSTALL**

REC PEAK ENERGY BLK SERIES



All measurements in inches

ELECTRICAL DATA @ STC	REC240PE BLK	REC245PE BLK	REC250PE BLK	REC255PE BLK	REC260PE BLK	REC265PE BLK
Nominal Power - P_{MPP} (Wp)	240	245	250	255	260	265
Watt Class Sorting - (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Nominal Power Voltage - V_{MPP} (V)	29.7	30.1	30.2	30.5	30.7	30.9
Nominal Power Current - I_{MPP} (A)	8.17	8.23	8.30	8.42	8.50	8.58
Open Circuit Voltage - V_{OC} (V)	36.8	37.1	37.4	37.6	37.8	38.1
Short Circuit Current - I_{SC} (A)	8.75	8.80	8.86	8.95	9.01	9.08
Panel Efficiency (%)	14.5	14.8	15.1	15.5	15.8	16.1

Analysed data demonstrates that 99.7% of panels produced have current and voltage tolerance of $\pm 3\%$ from nominal values. Values at standard test conditions STC (airmass AM1.5, irradiance 1000 W/m², cell temperature 25°C). At low irradiance of 200 W/m² (AM1.5 and cell temperature 25°C) at least 97% of the STC panel efficiency will be achieved.

ELECTRICAL DATA @ NOCT	REC240PE BLK	REC245PE BLK	REC250PE BLK	REC255PE BLK	REC260PE BLK	REC265PE BLK
Nominal Power - P_{MPP} (Wp)	183	187	189	193	197	202
Nominal Power Voltage - V_{MPP} (V)	27.7	28.1	28.3	28.5	29.0	29.4
Nominal Power Current - I_{MPP} (A)	6.58	6.64	6.68	6.77	6.81	6.90
Open Circuit Voltage - V_{OC} (V)	34.4	34.7	35.0	35.3	35.7	36.0
Short Circuit Current - I_{SC} (A)	7.03	7.08	7.12	7.21	7.24	7.30

Nominal operating cell temperature NOCT (800 W/m², AM1.5, windspeed 1 m/s, ambient temperature 20°C).

CERTIFICATION



UL 1703, IEC 62716 (ammonia resistance) & IEC 61701 (salt mist corrosion - severity level 6).

WARRANTY

10 year product warranty.
25 year linear power output warranty
(max. degradation in performance of 0.7% p.a.).

16.1% EFFICIENCY
10 YEAR PRODUCT WARRANTY
25 YEAR LINEAR POWER OUTPUT WARRANTY
DUTY FREE US IMPORT DUTY FREE

TEMPERATURE RATINGS

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45.7°C ($\pm 2^\circ\text{C}$)
Temperature Coefficient of P_{MPP}	-0.40 %/°C
Temperature Coefficient of V_{OC}	-0.27 %/°C
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.024 %/°C

GENERAL DATA

Cell Type:	60 REC PE multi-crystalline 3 strings of 20 cells with bypass diodes
Glass:	1/8" mm solar glass with anti-reflection surface treatment
Back Sheet:	Double layer highly resistant polyester
Frame:	Anodized aluminum (black)
Junction Box:	IP67 rated 4 mm ² solar cable, 35" + 47"
Connectors:	Multi-Contact MC4 (4 mm ²)
Origin:	Made in Singapore

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature:	-40 ... +85°C
Maximum System Voltage:	600 V
Design Load:	75.2 lbs/ft ² (3600 Pa)* 33.4 lbs/ft ² (1600 Pa)* *Refer to installation manual
Max Series Fuse Rating:	15 A
Max Reverse Current:	15 A

MECHANICAL DATA

Dimensions:	65 1/2 x 39 x 1 1/2 in
Area:	17.76 ft ²
Weight:	39.6 lbs

Note! All given specifications are provisional data only and subject to change without notice at any time.

REC is a leading global provider of solar energy solutions. With more than 15 years of experience, we offer sustainable, high performing products, services and investments for the solar industry. Together with our partners, we create value by providing solutions that better meet the world's growing energy needs. Founded in Norway, REC is listed on the Oslo Stock Exchange (ticker: RECSOL) and headquartered in Singapore. Our 1,500 employees worldwide generated revenues of NOK 4.1 billion in 2012.



www.recgroup.com

Anexo J

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : Grid-Connected Project at Pego**Geographical Site** Pego Country Portugal**Situation** Latitude 39.5°N Longitude 8.2°W

Time defined as Legal Time Time zone UT Altitude 30 m

Albedo 0.20

Meteo data: Pego Meteonorm 7.1 (1991-2010), Sat=100% - Synthetic**Simulation variant :** New simulation variant

Simulation date 27/08/16 12h27

Simulation parameters**Collector Plane Orientation** Tilt 4° Azimuth -25°**Models used** Transposition Perez Diffuse Perez, Meteonorm**Horizon** Free Horizon**Near Shadings** No Shadings**PV Array Characteristics****PV module** Si-poly Model REC 260PE / PE-BLK

Original PVsyst database

Manufacturer REC

Number of PV modules In series 23 modules In parallel 56 strings

Total number of PV modules Nb. modules 1288 Unit Nom. Power 260 Wp

Array global power Nominal (STC) 335 kWp At operating cond. 301 kWp (50°C)

Array operating characteristics (50°C) U mpp 637 V I mpp 473 A

Total area Module area 2125 m² Cell area 1881 m²**Inverter**

Model ECO 25.0-3-S

Original PVsyst database

Manufacturer Fronius International

Characteristics Operating Voltage 580-850 V Unit Nom. Power 25.0 kWac

Inverter pack Nb. of inverters 12 units Total Power 300 kWac

PV Array loss factors

Array Soiling Losses Loss Fraction 3.0 %

Thermal Loss factor Uc (const) 29.0 W/m²K Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s

Wiring Ohmic Loss Global array res. 8.4 mOhm Loss Fraction 0.6 % at STC

LID - Light Induced Degradation Loss Fraction 1.5 %

Module Quality Loss Loss Fraction -0.8 %

Module Mismatch Losses Loss Fraction 1.0 % at MPP

Incidence effect, ASHRAE parametrization IAM = 1 - bo (1/cos i - 1) bo Param. 0.05

User's needs : Ext. defined as file Hourly_Parameter_Template.csv

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
192715	173843	186300	174187	184892	196017	232205	232205	196017	184892	180076	192926	*26275	kWh

Grid-Connected System: Main results

Project : **Grid-Connected Project at Pego**

Simulation variant : **New simulation variant**

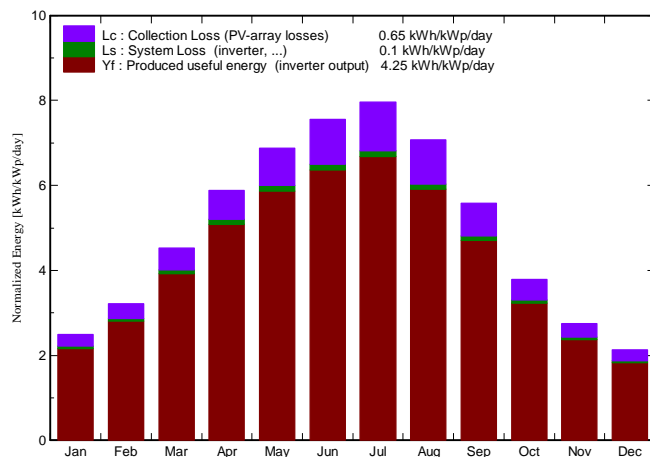
Main system parameters

PV Field Orientation	System type	Grid-Connected		
PV modules	tilt	4°	azimuth	-25°
PV Array	Model	REC 260PE / PE-BLK	Pnom	260 Wp
Inverter	Nb. of modules	1288	Pnom total	335 kWp
Inverter pack	Model	ECO 25.0-3-S	Pnom	25.00 kW ac
User's needs	Nb. of units	12.0	Pnom total	300 kW ac
	Ext. defined as file	Hourly_Parameter_Templ	global	2326 MWh/year

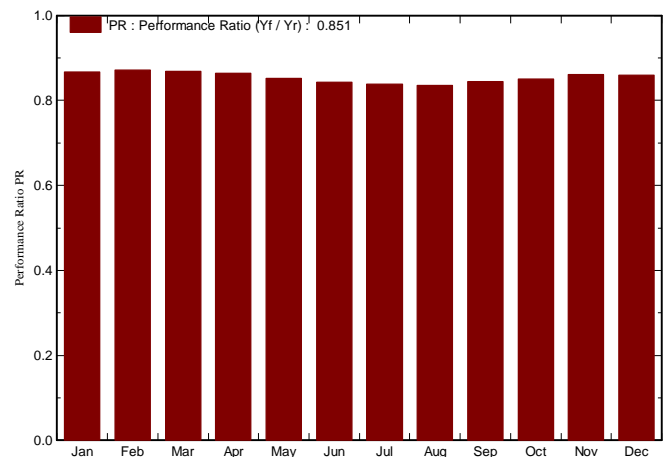
Main simulation results

System Production	Produced Energy	519.7 MWh/year	Specific prod.	1552 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	85.10 %	Solar Fraction SF	22.29 %

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 335 kWp



Performance Ratio PR



New simulation variant

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E Load MWh	E User MWh	E_Grid MWh
January	70.7	10.30	77.4	70.4	23.05	192.7	22.48	0.000
February	84.6	11.30	90.1	83.1	26.96	173.8	26.31	0.000
March	134.6	13.65	140.2	130.4	41.67	186.3	40.62	0.111
April	172.1	14.33	176.4	165.0	52.22	174.2	50.59	0.472
May	211.3	16.92	213.4	200.5	62.29	184.9	60.41	0.524
June	225.3	19.88	226.6	213.3	65.36	196.0	63.82	0.134
July	244.8	20.92	246.9	232.8	70.79	232.2	69.28	0.000
August	215.0	21.46	219.2	205.9	62.68	232.2	61.34	0.001
September	161.3	19.84	167.3	156.5	48.33	196.0	47.28	0.000
October	110.9	17.44	117.5	108.7	34.25	184.9	33.47	0.000
November	76.3	12.71	82.6	75.6	24.43	180.1	23.84	0.000
December	60.2	10.93	66.1	59.8	19.54	192.9	19.04	0.000
Year	1766.9	15.83	1823.6	1702.0	531.56	2326.3	518.48	1.243

Legends:	GlobHor	Horizontal global irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
	T Amb	Ambient Temperature	E Load	Energy need of the user (Load)
	GlobInc	Global incident in coll. plane	E User	Energy supplied to the user
	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	E_Grid	Energy injected into grid

Grid-Connected System: Loss diagram

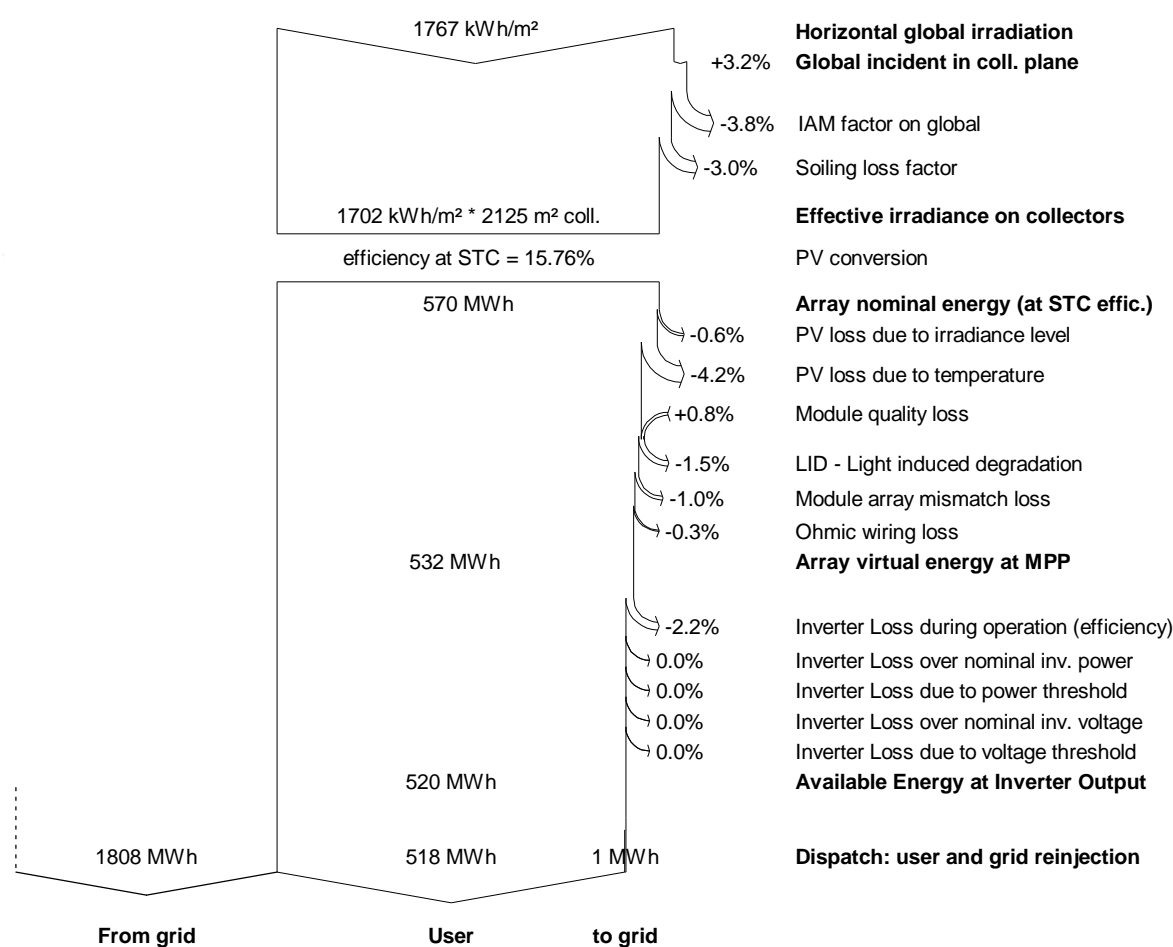
Project : **Grid-Connected Project at Pego**

Simulation variant : **New simulation variant**

Main system parameters

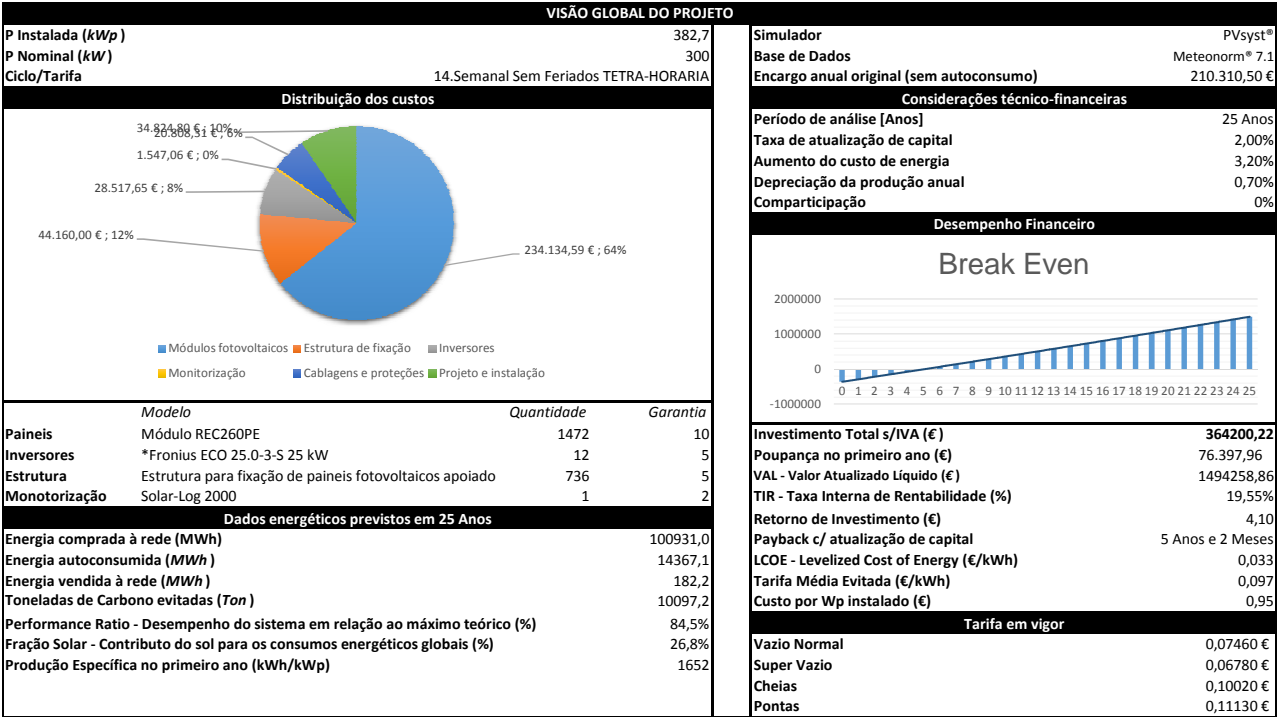
PV Field Orientation	System type	Grid-Connected		
PV modules	tilt	4°	azimuth	-25°
PV Array	Model	REC 260PE / PE-BLK	Pnom	260 Wp
Inverter	Nb. of modules	1288	Pnom total	335 kWp
Inverter pack	Model	ECO 25.0-3-S	Pnom	25.00 kW ac
User's needs	Nb. of units	12.0	Pnom total	300 kW ac
	Ext. defined as file	Hourly_Parameter_Templ	global	2326 MWh/year

Loss diagram over the whole year



Anexo L

POS.	DESCRIÇÃO	Un	Qt	Preço un	Preço total
1	* Módulos/Marca				
	Módulo REC260PE	Un	1.472,00	159,06 €	234.134,59 €
2	* Estrutura/tipo				
	Estrutura para fixação de painéis fotovoltaicos apoiados numa estrutura Triangular	Un	736,00	35,29 €	25.976,47 €
	Estrutura para fixação de painéis fotovoltaicos apoiados numa estrutura Complanar	Un	736,00	24,71 €	18.183,53 €
3	* Inversores				
	*Fronius ECO 25.0-3-S 25 kW	Un	12,00	2.376,47 €	28.517,65 €
4	* Sistema de monotorização Solar Log				
	Solar-Log 2000	Un	1,00	901,18 €	901,18 €
	Transformadores de Corrente	Un	3,00	38,82 €	116,47 €
	Data Modul Fronius	Un	1,00	523,00 €	523,00 €
	Solar-Log™ Utility Meter	Un	1,00	529,41 €	529,41 €
5	* Circuito DC				
	ELD Cabo solar 4mm2	m	4.000,00	0,47 €	1.882,35 €
	LXV 10mm2	m	100,00	6,29 €	629,00 €
	LXV 95mm2	m	-	0,00 €	0,00 €
	Fichas PV MC40	Un	128,00	2,59 €	331,29 €
	Linha Equipotencial H07V- K 4mm2 - Painéis	m	2.000,00	0,32 €	635,29 €
	Linha Equipotencial H07V- K 10mm2	m	500,00	0,87 €	435,29 €
	Caminhos de cabos em esteira de PVC e tubos PVC cinza	m	1.500,00	0,55 €	829,41 €
	Cx. Quadro Geral 4M DC	m	64,00	12,71 €	813,18 €
	Consumíveis	Un	1,00	3.463,53 €	3.463,53 €
	Seccionador de Fusível + fusível	Un	64,00	14,03 €	897,66 €
	Cx. de Junção 4 string	Un	9,00	85,00 €	765,00 €
	Descarregador sobretensões DC	Un	64,00	51,76 €	3.312,94 €
6	* Circuito AC				
	Cabo XV 3x70+2G35mm2 (Quadro AC -> QGBT)	m	40,00	30,28 €	1.211,29 €
	Cabo XG 5G10mm2 (Inversor -> Quadro AC)	m	300,00	7,07 €	2.119,76 €
	Cx. Quadro Geral AC	Un	1,00	235,29 €	235,29 €
	Inter. dif. 3P+N 40A 300 mA tipo AC 4M	Un	12,00	63,11 €	757,36 €
	Disjuntor 4P 40A C 6/10kA 4M	Un	12,00	52,61 €	631,31 €
	Descarregador SobreTensões AC	Un	1,00	108,37 €	108,37 €
	Interruptor geral corte aparente 4P 630A	Un	1,00	324,09 €	324,09 €
	Caminho de Cabos	m	100,00	2,72 €	271,76 €
7	* RESP				
	Cx. de para contador	Un	1,00	38,13 €	38,13 €
	Tubagem 40mm	m	300,00	0,41 €	123,53 €
	Calhas	m	50,00	2,36 €	118,00 €
	Contador de produção c/ Telecontagem	Un	1,00	411,76 €	411,76 €
	Abraçadeira	Un	90,00	1,64 €	147,60 €
8	Construção Civil				
	Aluguer de grua	m	-	0,00 €	0,00 €
9	*Instalação				
	Transporte, Montagem, Responsabilidade técnica	un	1,00	34.824,80 €	34.824,80 €
				Preço s/ IVA	364.200,32 €
				IVA 23%	83.766,07 €
				Preço c/ IVA	447.966,40 €



Anexo N

PVSYST V6.47		27/08/16		Page 1/4	
Grid-Connected System: Simulation parameters					
Project :		Grid-Connected Project at Pego			
Geographical Site		Pego		Country	Portugal
Situation		Latitude	39.5°N	Longitude	8.2°W
Time defined as		Legal Time	Time zone UT	Altitude	30 m
		Albedo	0.20		
Meteo data:		Pego	Meteonorm 7.1 (1991-2010), Sat=100% - Synthetic		
Simulation variant :		New simulation variant			
		Simulation date	27/08/16 12h52		
Simulation parameters					
2 orientations		Tilts/Azimuths	30°/-25° and 30°/0°		
Models used		Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon		Free Horizon			
Near Shadings		No Shadings			
PV Arrays Characteristics (2 kinds of array defined)					
PV module		Si-poly	Model	REC 250PE-BLK	
Original PVsyst database		Manufacturer		REC	
Sub-array "Sub-array #1"		Orientation		Tilt/Azimuth	30°/-25°
Number of PV modules		In series		In parallel	32 strings
Total number of PV modules		Nb. modules		Unit Nom. Power	250 Wp
Array global power		Nominal (STC)		At operating cond.	166 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp		I mpp	265 A
Sub-array "Sub-array #2"		Orientation		Tilt/Azimuth	30°/0°
Number of PV modules		In series		In parallel	32 strings
Total number of PV modules		Nb. modules		Unit Nom. Power	250 Wp
Array global power		Nominal (STC)		At operating cond.	166 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp		I mpp	265 A
Total Arrays global power		Nominal (STC)		Total	1472 modules
		Module area		Cell area	2149 m²
Inverter		Model		ECO 25.0-3-S	
Original PVsyst database		Manufacturer		Fronius International	
Characteristics		Operating Voltage		Unit Nom. Power	25.0 kWac
Sub-array "Sub-array #1"		Nb. of inverters		Total Power	150 kWac
Sub-array "Sub-array #2"		Nb. of inverters		Total Power	150 kWac
Total		Nb. of inverters		Total Power	300 kWac
PV Array loss factors					
Array Soiling Losses				Loss Fraction	3.0 %
Thermal Loss factor		Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss		Array#1	15 mOhm	Loss Fraction	0.6 % at STC
		Array#2	15 mOhm	Loss Fraction	0.6 % at STC
		Global		Loss Fraction	0.6 % at STC
LID - Light Induced Degradation				Loss Fraction	2.0 %
Module Quality Loss				Loss Fraction	-0.8 %
Module Mismatch Losses				Loss Fraction	1.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param.	0.05

Grid-Connected System: Simulation parameters (continued)

User's needs :

Ext. defined as file Hourly_Parameter_Template.csv

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
192715	173843	186300	174187	184892	196017	232205	232205	196017	184892	180076	192926	*26275	kWh

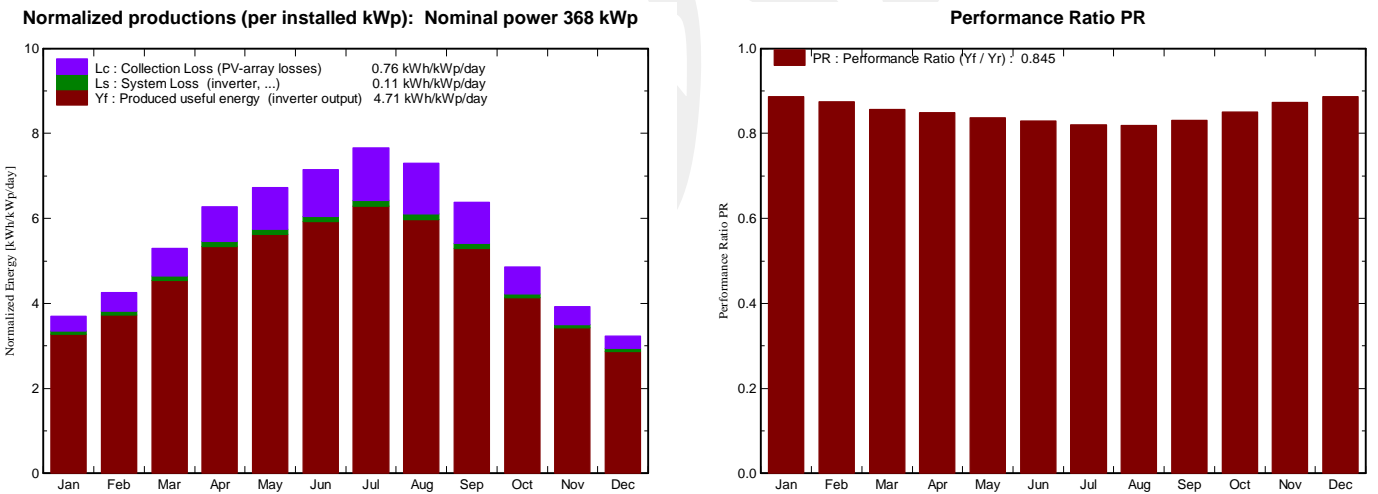
Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Pego

Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected		
PV Field Orientation	2 orientations	Tilt/Azimuth = 30°/-25° and 30°/0°		
PV modules	Model	REC 250PE-BLK	Pnom	250 Wp
PV Array	Nb. of modules	1472	Pnom total	368 kWp
Inverter	Model	ECO 25.0-3-S	Pnom	25.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	12.0	Pnom total	300 kW ac
User's needs	Ext. defined as file	Hourly_Parameter_Templ	global	2326 MWh/year

Main simulation results				
System Production	Produced Energy	632.3 MWh/year	Specific prod.	1718 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	84.49 %	Solar Fraction SF	26.84 %



New simulation variant

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E Load MWh	E User MWh	E_Grid MWh
January	70.7	10.30	114.6	108.1	38.26	192.7	36.98	0.419
February	84.6	11.30	119.3	112.6	39.30	173.8	38.04	0.376
March	134.6	13.65	164.3	155.0	53.00	186.3	50.52	1.310
April	172.1	14.33	188.4	177.6	60.22	174.2	57.31	1.578
May	211.3	16.92	208.5	196.1	65.63	184.9	63.02	1.177
June	225.3	19.88	214.4	201.5	66.82	196.0	64.85	0.529
July	244.8	20.92	237.6	223.8	73.33	232.2	71.73	0.036
August	215.0	21.46	226.3	213.5	69.66	232.2	68.02	0.162
September	161.3	19.84	191.4	180.9	59.77	196.0	57.97	0.526
October	110.9	17.44	150.8	142.5	48.21	184.9	46.15	1.010
November	76.3	12.71	117.8	111.1	38.73	180.1	37.23	0.635
December	60.2	10.93	100.3	94.3	33.52	192.9	32.60	0.158
Year	1766.9	15.83	2033.9	1917.0	646.47	2326.3	624.43	7.919

Legends:

GlobHor

T Amb

GlobInc

GlobEff

Horizontal global irradiation

Ambient Temperature

Global incident in coll. plane

Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray

E Load

E User

E_Grid

Effective energy at the output of the array

Energy need of the user (Load)

Energy supplied to the user

Energy injected into grid

Grid-Connected System: Loss diagram

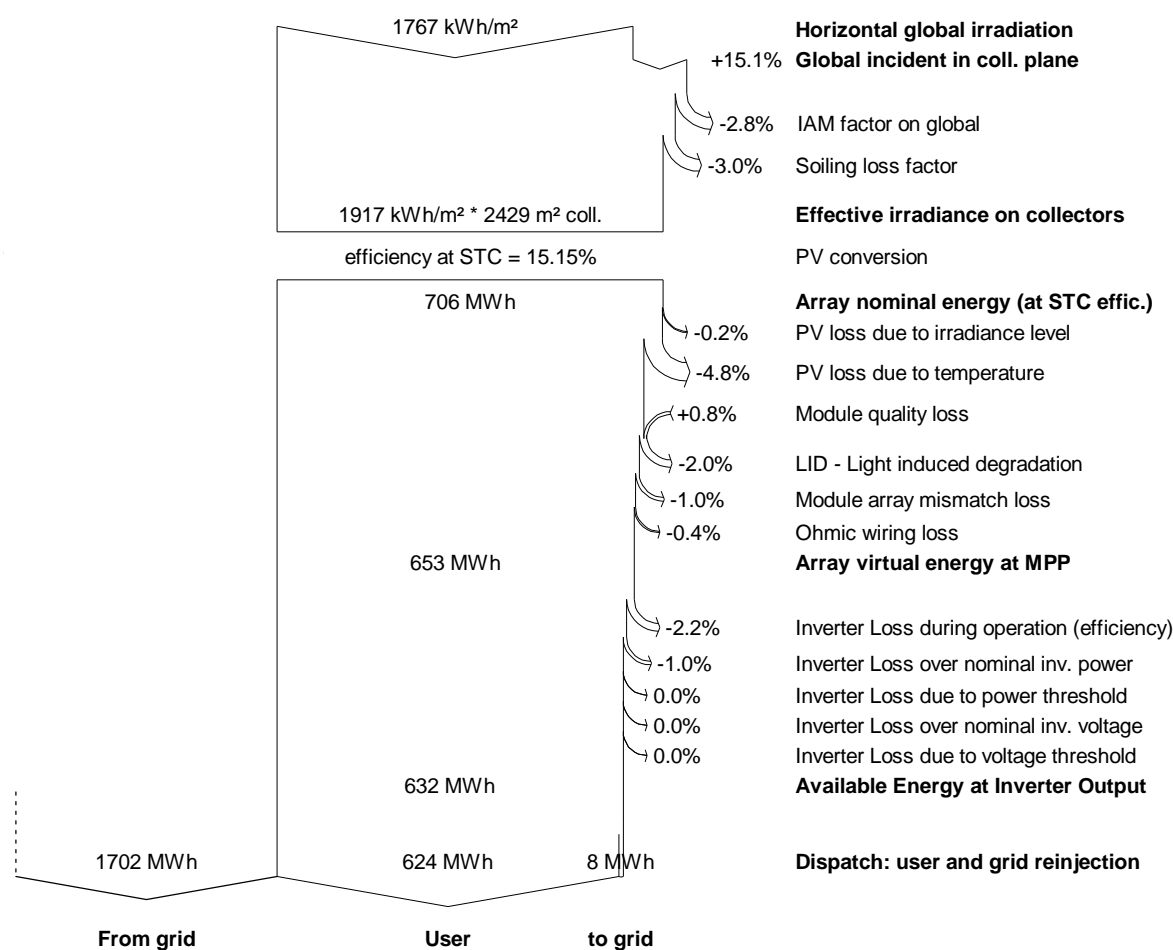
Project : **Grid-Connected Project at Pego**

Simulation variant : **New simulation variant**

Main system parameters

	System type	Grid-Connected		
PV Field Orientation	2 orientations	Tilt/Azimuth = 30°/-25° and 30°/0°		
PV modules	Model	REC 250PE-BLK	Pnom	250 Wp
PV Array	Nb. of modules	1472	Pnom total	368 kWp
Inverter	Model	ECO 25.0-3-S	Pnom	25.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	12.0	Pnom total	300 kW ac
User's needs	Ext. defined as file	Hourly_Parameter_Templ	global	2326 MWh/year

Loss diagram over the whole year



Anexo M

FRONIUS ECO

/ The compact project inverter for maximum yields.

/ SnapINverter
Technology/ Integrated data
communication/ Smart Grid
Ready/ Dynamic Peak
Manager

/ Zero feed-in



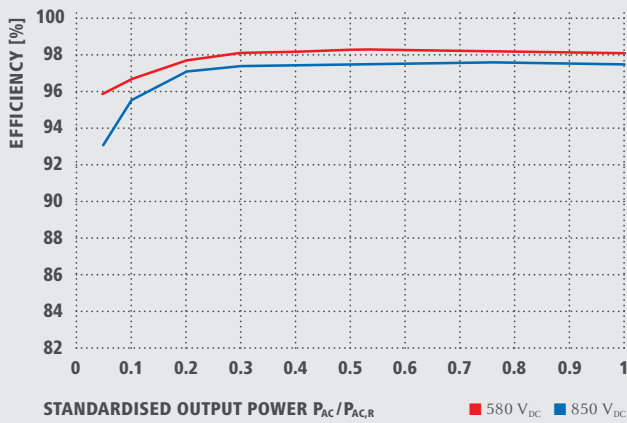
/ The three-phase Fronius Eco in power categories 25.0 and 27.0 kW perfectly meets all the requirements of large-scale installations. Thanks to its light weight and SnapINverter mounting system, this transformerless device can be installed quickly and easily either indoors or outdoors. This inverter range is setting new standards with its IP 66 protection class. Furthermore, thanks to its integrated double fuse holders and optional overvoltage protection, string collection boxes are no longer necessary.

TECHNICAL DATA FRONIUS ECO

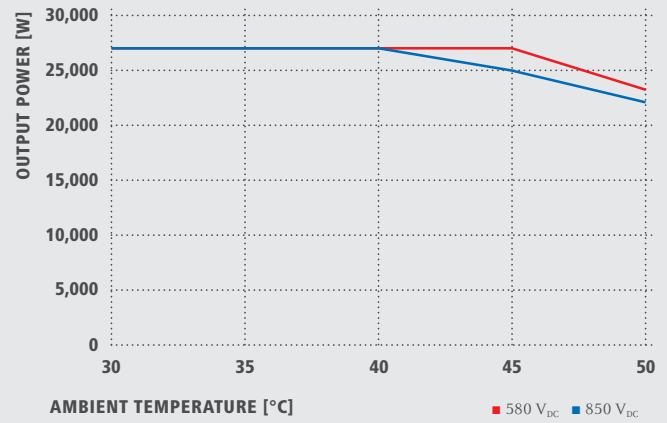
INPUT DATA	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Max. input current ($I_{dc\ max}$)	44.2 A	47.7 A
Max. array short circuit current		71.6 A
Min. input voltage ($U_{dc\ min}$)		580 V
Feed-in start voltage ($U_{dc\ start}$)		650 V
Nominal input voltage ($U_{dc\ r}$)		580 V
Max. input voltage ($U_{dc\ max}$)		1,000 V
MPP voltage range ($U_{mpp\ min} - U_{mpp\ max}$)		580 - 850 V
Number of MPP trackers		1
Number of DC connections		6
Max. PV generator output ($P_{dc\ max}$)		35.7 kW _{peak}
OUTPUT DATA	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
AC nominal output ($P_{ac\ r}$)	25,000 W	27,000 W
Max. output power	25,000 VA	27,000 VA
AC output current ($I_{ac\ nom}$)	37.9 A / 36.2 A	40.9 A / 39.1 A
Grid connection (voltage range)	3-NPE 380 V / 220 V or 3-NPE 400 V / 230 V (+20 % / - 30 %)	
Frequency (frequency range)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	
Total harmonic distortion	< 2.0 %	
Power factor ($\cos \Phi_{ac\ r}$)	0 - 1 ind. / cap.	
GENERAL DATA	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Dimensions (height x width x depth)	725 x 510 x 225 mm	
Weight	35.7 kg	
Degree of protection	IP 66	
Protection class	1	
Overvoltage category (DC / AC) ²⁾	1 + 2 / 3	
Night-time consumption	< 1 W	
Inverter concept	Transformerless	
Cooling	Regulated air cooling	
Installation	Indoor and outdoor installation	
Ambient temperature range	-25 - +60 °C	
Permitted humidity	0 to 100 %	
Max. altitude	2,000 m	
DC connection technology	6x DC+ and 6x DC- screw terminals 2.5 - 16 mm ²	
AC connection technology	5-pole AC screw terminals 2.5 - 16 mm ²	
Certificates and compliance with standards	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G59/3, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21	

²⁾According to IEC 62109-1. DIN rail for optional type 1 + 2 and type 2 overvoltage protection available.

FRONIUS ECO 27.0.3-S EFFICIENCY CURVE



FRONIUS ECO 27.0.3-S TEMPERATURE DERATING



TECHNICAL DATA FRONIUS ECO

EFFICIENCY	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Max. efficiency	98.2 %	98.3 %
European efficiency (η_{EU})	98.0 %	98.0 %
η at 5 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	95.1 / 91.5 %	95.9 / 93.1 %
η at 10 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	97.0 / 95.2 %	96.8 / 95.7 %
η at 20 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	97.8 / 96.9 %	97.7 / 97.1 %
η at 25 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	98.0 / 97.0 %	98.1 / 97.3 %
η at 30 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	98.1 / 97.2 %	98.1 / 97.4 %
η at 50 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	98.2 / 97.5 %	98.3 / 97.5 %
η at 75 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	98.2 / 97.5 %	98.2 / 97.6 %
η at 100 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	98.2 / 97.5 %	98.1 / 97.5 %
MPP adaptation efficiency	> 99.9 %	
PROTECTION DEVICES	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
DC insulation measurement	Yes	
Overload behavior	Operating point shift, power limitation	
DC disconnecter	Yes	
Integrated string fuse holders ²⁾	Yes	
Reverse polarity protection	Yes	
INTERFACES	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)	
6 inputs and 4 digital inputs/outputs	Interface to ripple control receiver	
USB (A socket) ³⁾	Datalogging, inverter update via USB flash drive	
2x RS422 (RJ45 socket) ³⁾	Fronius Solar Net	
Signalling output ³⁾	Energy management (floating relay output)	
Datalogger and Webserver	Included	
External input ³⁾	S0 meter connection / Evaluation of overvoltage protection	
RS485	Modbus RTU SunSpec or meter connection	

¹⁾ And at $U_{mpp} \min = U_{dc,r} / U_{mpp} \max$. ²⁾ Optionally fitted with 6 fuses 15 A / 1,000 V on the plus side. ³⁾ Also available in the light version.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

WE HAVE THREE DIVISIONS AND ONE PASSION: SHIFTING THE LIMITS OF POSSIBILITY.

/ Whether welding technology, photovoltaics or battery charging technology – our goal is clearly defined: to be the innovation leader. With around 3,700 employees worldwide, we shift the limits of what's possible - our record of over 800 granted patents is testimony to this. While others progress step by step, we innovate in leaps and bounds. Just as we've always done. The responsible use of our resources forms the basis of our corporate policy.

Further information about all Fronius products and our global sales partners and representatives can be found at www.fronius.com

v06 Apr 2016 EN

Fronius India Private Limited
GAT no 312, Nanekarwadi
Chakan, Taluka - Khed District
Pune 410501
India
pv-sales-india@fronius.com
www.fronius.in

Fronius Australia Pty Ltd.
90-92 Lambeck Drive
Tullamarine VIC 3043
Australia
pv-sales-australia@fronius.com
www.fronius.com.au

Fronius UK Limited
Maidstone Road, Kingston
Milton Keynes, MK10 0BD
United Kingdom
pv-sales-uk@fronius.com
www.fronius.co.uk

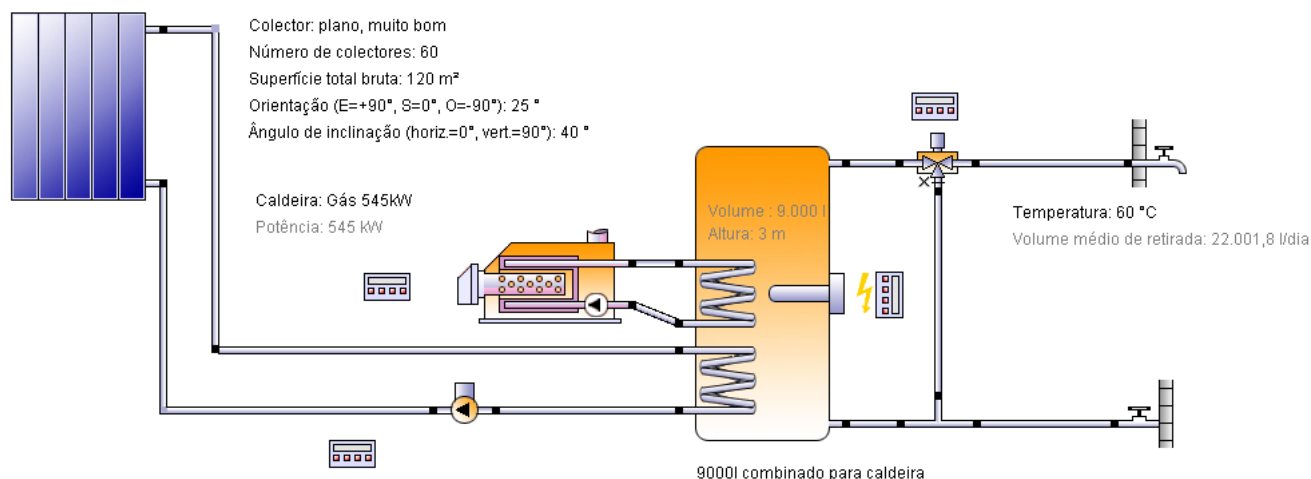
Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

Anexo 0

Relatório profissional

CHMT Abrantes

Água quente sanitária para unidade hospital (solar térmico, caudal alto)



Local do sistema

Abrantes

Longitude : -8,199°

Latitude: 39,456°

Altitude: 32 m

Este relatório foi feito por:

Carlos Pereira &

Partnership IST / CKSA

Apartado 40018

1514-801 Lisboa

919895848 cpereira@critical-kinetics.pt

Secção do mapa



Relatório profissional

Observações sobre o projecto

CHMT Abrantes

Fotografia do edifício



Panorama do sistema (valores anuais)

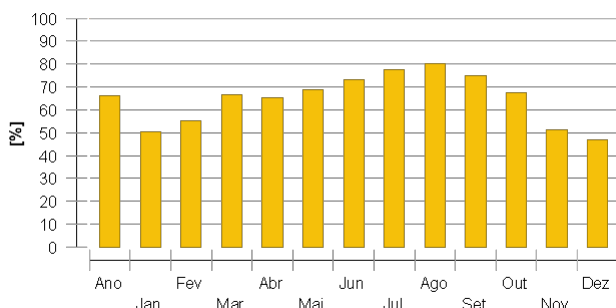
Consumo total de energia eléctrica e/ou combustível do sistema [Etot]	74.478,2 kWh
Consumo de energia total [Quse]	213.016,2 kWh
Eficiência do sistema $[(Q_{use} + E_{inv}) / (E_{aux} + E_{par})]$	2,86
Demanda de consumo	A demanda de energia para água quente sanitária não é coberta.

Panorama solar térmico (valores anuais)

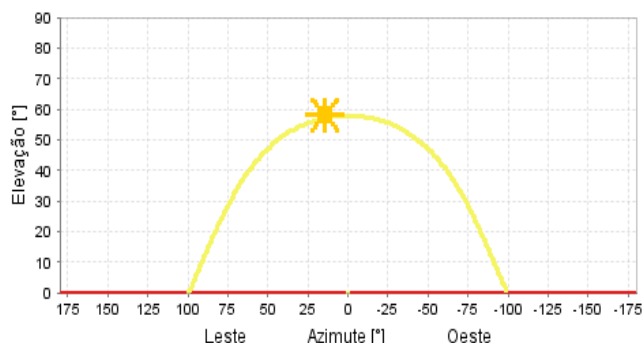
Superfície dos colectores	120 m²
Fracção solar total	65,9%
Rendimento total do campo colector	141.423,7 kWh
Rendimento do campo colectores relativo à superfície bruta	1.178,5 kWh/m²/Ano
Rendimento do campo colectores relativo à superfície abertura dos módulos.	1.309,5 kWh/m²/Ano
Máxima economia de combustível	13.468,9 m³(gas): [Gás natural H]
Máxima economia de energia	141.423,7 kWh
Máxima redução da emissão de CO2	32.752 kg

Relatório profissional

Fracção solar: percentual de energia solar transferida ao sistema [SF_n]



Linha do horizonte



Dados meteorológicos-Panorama

Temperatura externa média	15,9 °C
Radiação global, soma anual	1.661,8 kWh/m²
Radiação difusa, soma anual	593,4 kWh/m²

Panorama componentes (valores anuais)

Caldeira	Gás 545kW	
Potência	kW	545
Eficiência total	%	98,3
Energia do/ao sistema [Qaux]	kWh	73.217,5
Consumo de energia eléctrica e de combustível [Eaux]	kWh	74.458,7
Consumo de combustível da caldeira [Baux]	m³(gas)	7.091,3
Economia energética sistema solar térmico	kWh	141.423,7
Economia CO2 sistema solar térmico.	kg	32.752
Economia de combustível sistema solar térmico	m³(gas)	13.468,9

Relatório profissional

Colector	plano, muito bom	
Fonte dos dados		SPF
Número de colectores		60
Seções paralelas		12
Superfície total bruta	m ²	120
Superfície total de abertura	m ²	108
Superfície absorvedora total	m ²	108
Ângulo de inclinação (horiz.=0°, vert.=90°)	°	40
Orientação (E=+90°, S=0°, O=-90°)	°	25
Rendimento do campo colector [Qsol]	kWh	141.423,7
Irradiação sobre o plano colector [Esol]	kWh	201.908,6
Eficiência do colector [Qsol / Esol]	%	70
Radiação directa considerando IAM	kWh	128.648,4
Radiação difusa considerando IAM	kWh	62.858,1
Água quente sanitária	Hospital	
Volume de retirada/consumo diário	l/d	21.174,7
Temperatura nominal	°C	60
Demanda energética [Qdem]	kWh	395.061,3
Acumulador Acumulador de água potável	9000l combinado para caldeira	
Volume	l	9.000
Altura	m	3
Material		Aço
Isolamento térmico		PU rígido
Espessura de isolamento	mm	100
Perdas de calor	kWh	867
Perda nas conexões	kWh	121,5
Bomba Circuito solar	Eco, pequena	
Perda de pressão do circuito	bar	2,339
Caudal	l/h	3.240
Consumo de energia eléctrica e de combustível [Epar]	kWh	19,6

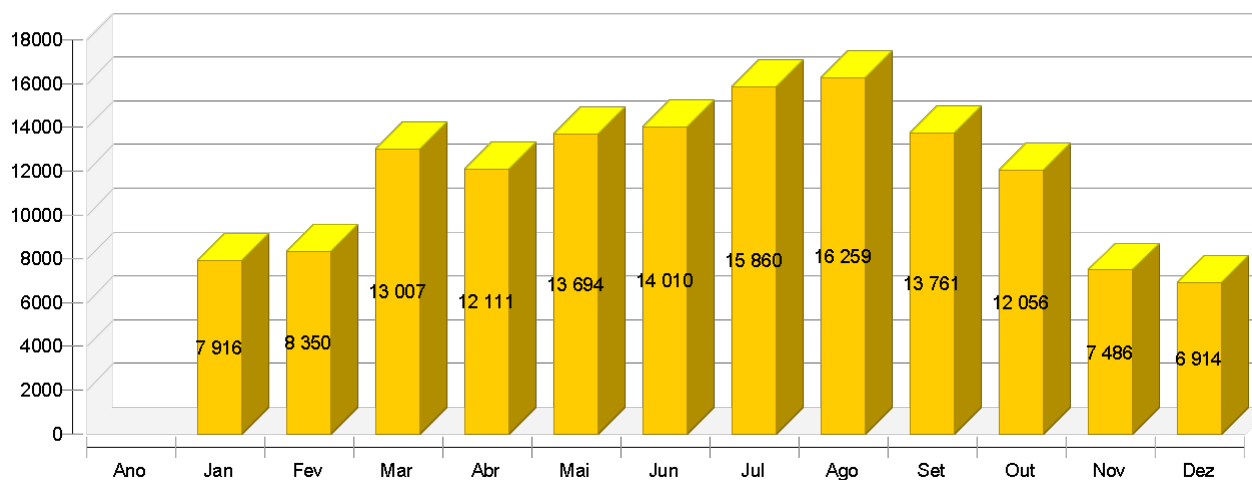
Relatório profissional

Circuito

Circuito solar		
Mistura de fluidos		Mistura de propileno
Concentração de fluido	%	33,3
Volume do circuito do fluido	l	117,2
Pressão no ponto mais alto do circuito	bar	4

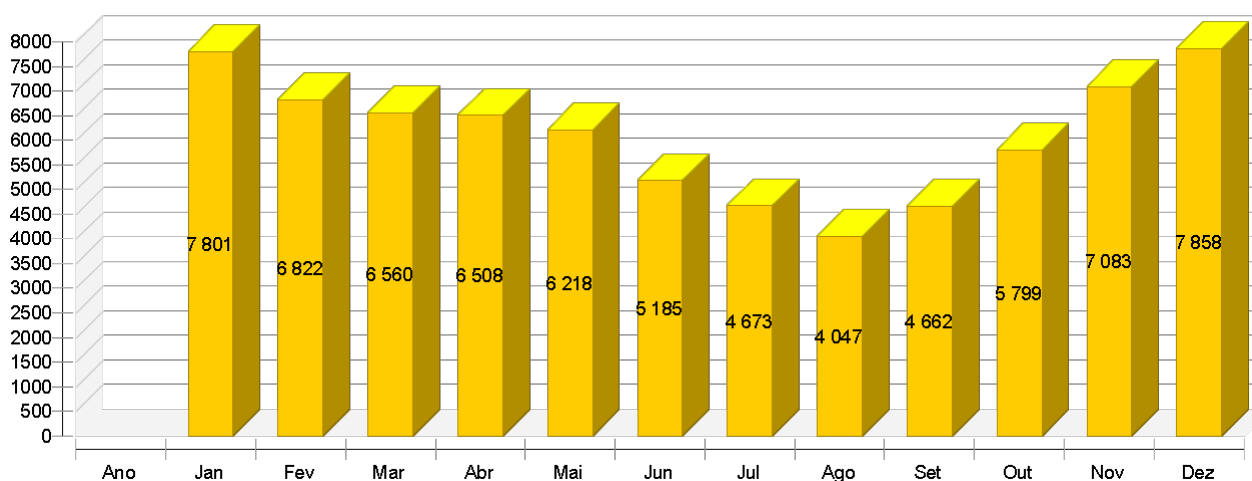
Energia solar térmica para o sistema [Qsol]

kWh



Energia dos geradores de calor para o sistema (energia solar térmica exclusiva). [Qaux]

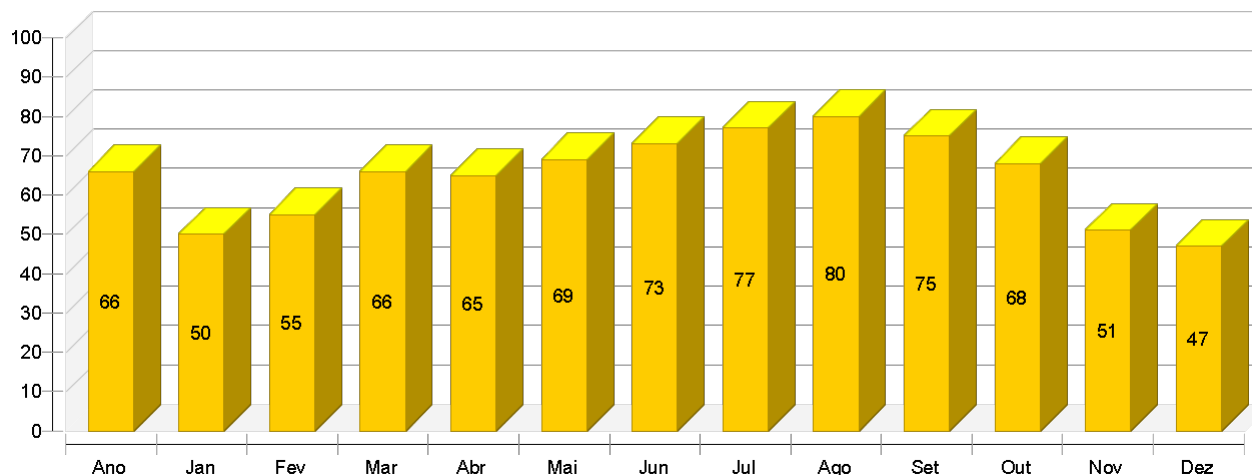
kWh



Relatório profissional

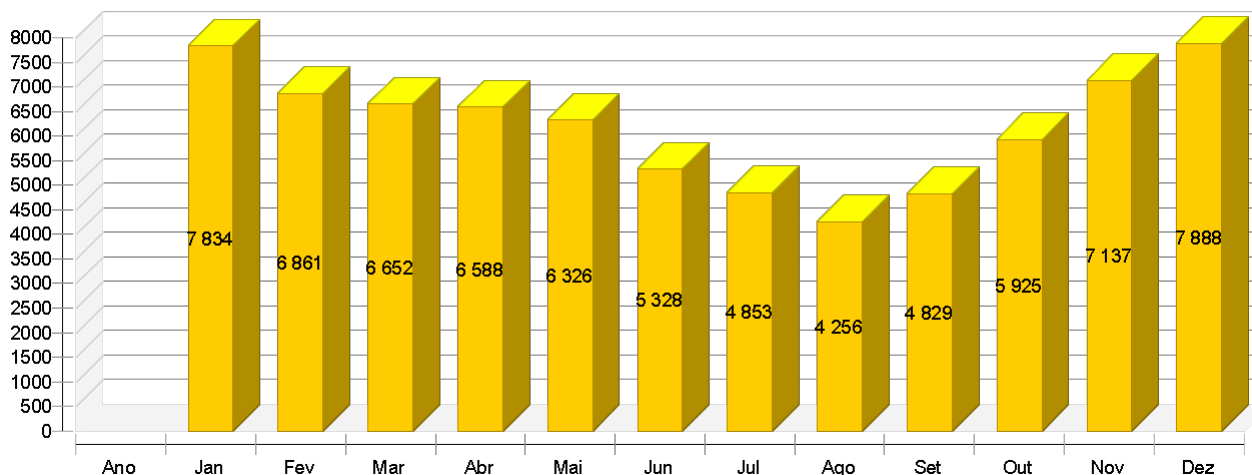
Fracção solar: percentual de energia solar transferida ao sistema [SF_n]

%



Consumo total de energia eléctrica e/ou combustível do sistema [E_{tot}]

kWh



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Energia solar térmica para o sistema [Q_{sol}]

kWh	141424	7916	8350	13007	12111	13694	14010	15860	16259	13761	12056	7486	6914
-----	--------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------

Energia dos geradores de calor para o sistema (energia solar térmica excluída). [Q_{aux}]

kWh	73218	7801	6822	6560	6508	6218	5185	4673	4047	4662	5799	7083	7858
-----	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Consumo de energia eléctrica e de combustível dos geradores de calor [E_{aux}]

kWh	74459	7833	6860	6650	6587	6324	5326	4851	4254	4828	5924	7136	7887
-----	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Fracção solar: percentual de energia solar transferida ao sistema [SF_n]

%	65,9	50,4	55	66,5	65	68,8	73	77,2	80,1	74,7	67,5	51,4	46,8
---	------	------	----	------	----	------	----	------	------	------	------	------	------

Consumo total de energia eléctrica e/ou combustível do sistema [E_{tot}]

kWh	74478	7834	6861	6652	6588	6326	5328	4853	4256	4829	5925	7137	7888
-----	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Relatório profissional

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Irradiação sobre o plano colector [Esol]

kWh	20190€	11729	12057	18305	17343	19484	19821	22379	22733	19266	17124	11199	10469
-----	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Consumo de energia eléctrica das bombas [Epar]

kWh	19,6	1,3	1,3	1,7	1,7	2	1,9	2	1,9	1,7	1,6	1,2	1,2
-----	------	-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----

Consumo de energia total [Quse]

kWh	21301€	15628	15083	19418	18505	19743	19025	20335	20136	18270	17718	14461	14694
-----	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Perda de calor para o ambiente interno (inclusive perdas nos geradores de calor) [Qint]

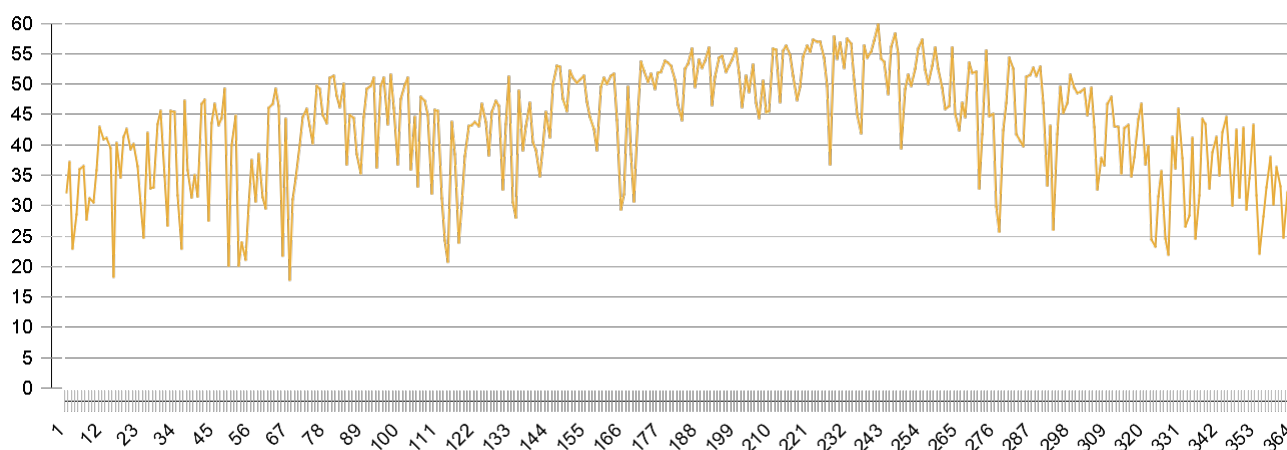
kWh	2863	130	128	209	198	247	295	357	391	331	277	168	132
-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Perda de calor para o ambiente externo (sem perdas do colector) [Qext]

kWh	23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

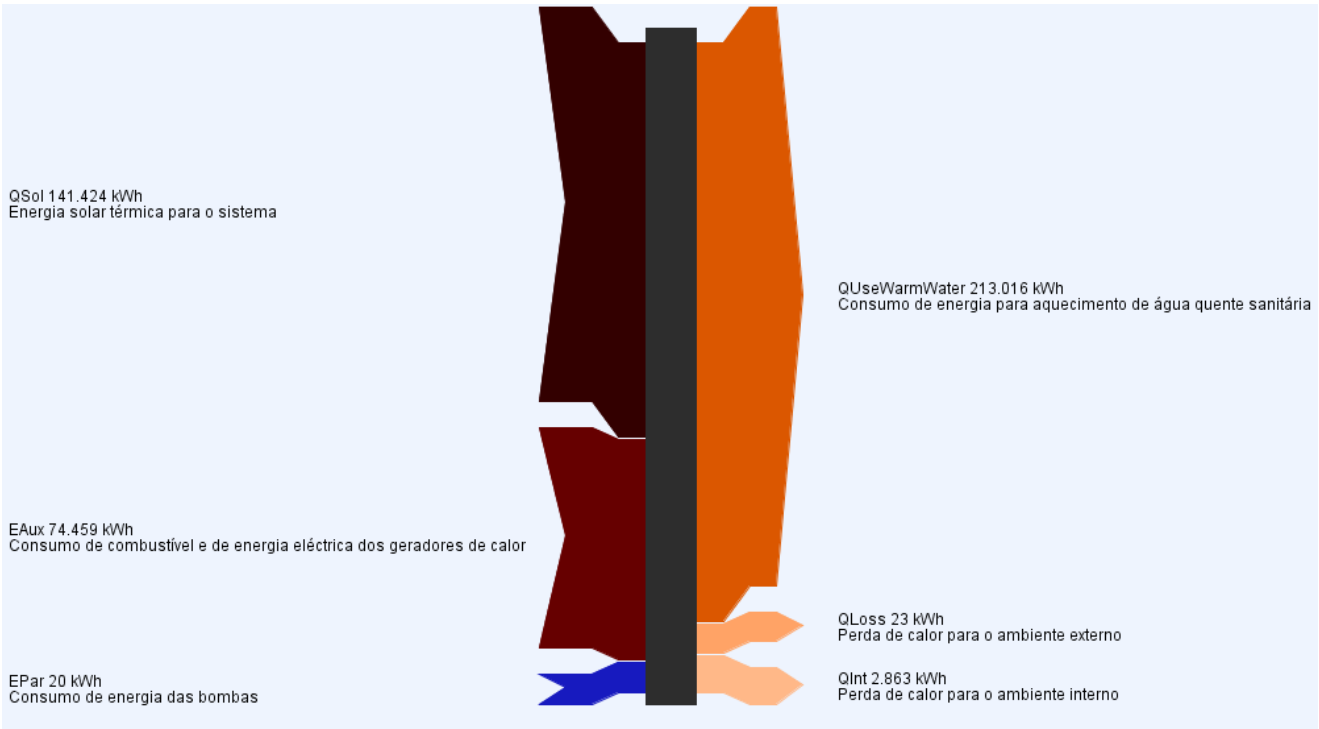
Colector

Máxima temperatura diária [°C]



Relatório profissional

Diagrama dos fluxos de energia (balanço anual)

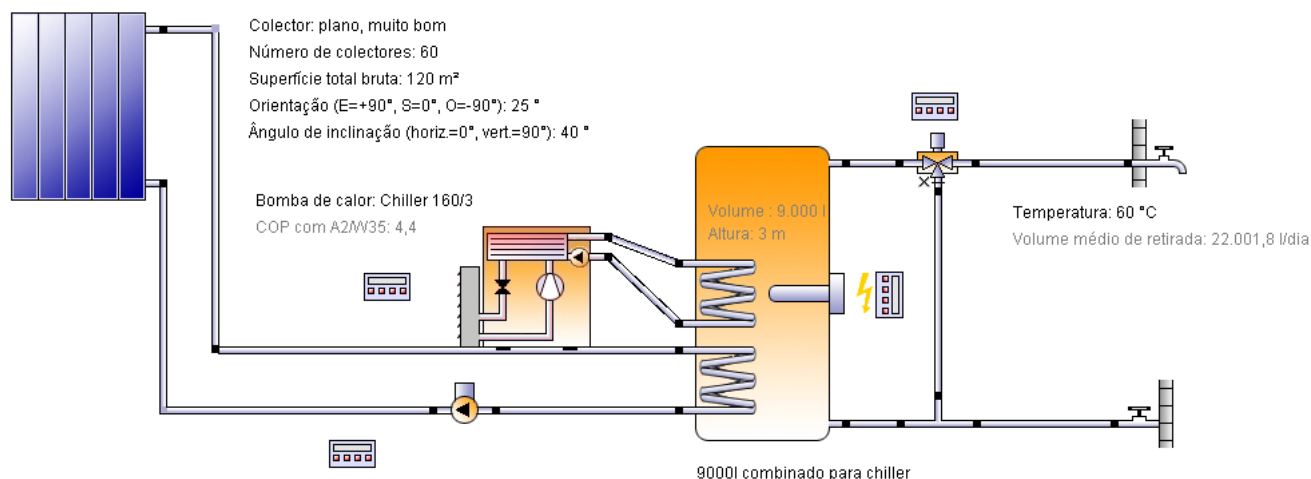


Anexo P

Relatório profissional

CHMT Abrantes

Água quente sanitária para unidade hospital (solar térmico, caudal alto)



Local do sistema

Abrantes

Longitude : -8,199°

Latitude: 39,456°

Altitude: 32 m

Este relatório foi feito por:

Carlos Pereira &

Partnership IST / CKSA

Apartado 40018

1514-801 Lisboa

919895848 cpereira@critical-kinetics.pt

Secção do mapa



Relatório profissional

Observações sobre o projecto

CHMT Abrantes

Fotografia do edifício



Panorama do sistema (valores anuais)

Consumo total de energia eléctrica e/ou combustível do sistema [Etot]	19.236 kWh
Consumo de energia total [Quse]	205.240,2 kWh
Eficiência do sistema $[(Q_{use} + E_{inv}) / (E_{aux} + E_{par})]$	10,67
Demanda de consumo	A demanda de energia para água quente sanitária não é coberta.

Panorama solar térmico (valores anuais)

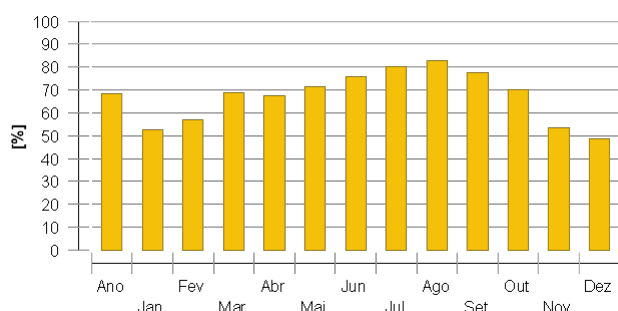
Superfície dos colectores	120 m ²
Fracção solar total	68,3%
Rendimento total do campo colector	141.319,6 kWh
Rendimento do campo colectores relativo à superfície bruta	1.177,7 kWh/m ² /Ano
Rendimento do campo colectores relativo à superfície abertura dos módulos.	1.308,5 kWh/m ² /Ano
Máxima economia de energia	41.368,5 kWh
Máxima redução da emissão de CO ₂	22.190,1 kg

Panorama bomba de calor (valores anuais)

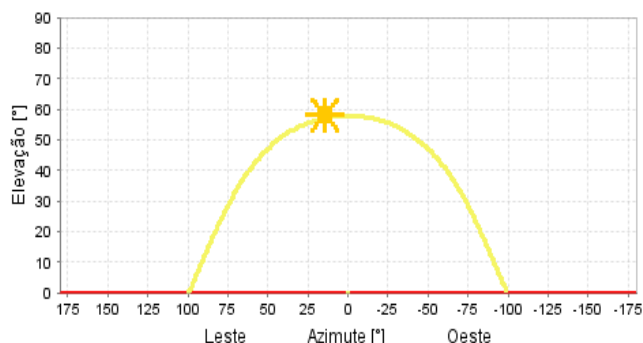
Factor de desempenho sazonal para a bomba de calor ar-água	3,4
Consumo total de energia eléctrica durante o aquecimento [Eaux]	19.216,5 kWh
Total de energia economizada	46.429,3 kWh
Redução total da emissão de CO ₂	24.904,7 kg

Relatório profissional

Fracção solar: percentual de energia solar transferida ao sistema [SF_n]



Linha do horizonte



Dados meteorológicos-Panorama

Temperatura externa média	15,9 °C
Radiação global, soma anual	1.661,8 kWh/m²
Radiação difusa, soma anual	593,4 kWh/m²

Panorama componentes (valores anuais)

Bomba de calor	Chiller 160/3	
Potência térmica com A2/W35	kW	120
Potência eléctrica com A2/W35	kW	27,58
COP com A2/W35		4,4
DeltaT com A7/W35	K	9
Energia do/ao sistema [Qaux]	kWh	65.645,8
Consumo de energia eléctrica e de combustível [Eaux]	kWh	19.216,5
Economia energética sistema solar térmico	kWh	41.368,5
Economia CO2 sistema solar térmico.	kg	22.190,1
Economia energética bomba de calor	kWh	46.429,3
Economia CO2 bomba de calor	kg	24.904,7

Relatório profissional

Colector	plano, muito bom	
Fonte dos dados		SPF
Número de colectores		60
Seções paralelas		12
Superfície total bruta	m ²	120
Superfície total de abertura	m ²	108
Superfície absorvedora total	m ²	108
Ângulo de inclinação (horiz.=0°, vert.=90°)	°	40
Orientação (E=+90°, S=0°, O=-90°)	°	25
Rendimento do campo colector [Qsol]	kWh	141.319,6
Irradiação sobre o plano colector [Esol]	kWh	201.908,6
Eficiência do colector [Qsol / Esol]	%	70
Radiação directa considerando IAM	kWh	128.648,4
Radiação difusa considerando IAM	kWh	62.858,1
Água quente sanitária	Hospital	
Volume de retirada/consumo diário	l/d	21.174,7
Temperatura nominal	°C	60
Demanda energética [Qdem]	kWh	395.061,6
Acumulador Acumulador de água potável	9000l combinado para chiller	
Volume	l	9.000
Altura	m	3
Material		Aço
Isolamento térmico		PU rígido
Espessura de isolamento	mm	100
Perdas de calor	kWh	837,3
Perda nas conexões	kWh	124
Bomba Circuito solar	Eco, pequena	
Perda de pressão do circuito	bar	2,339
Caudal	l/h	3.240
Consumo de energia eléctrica e de combustível [Epar]	kWh	19,5

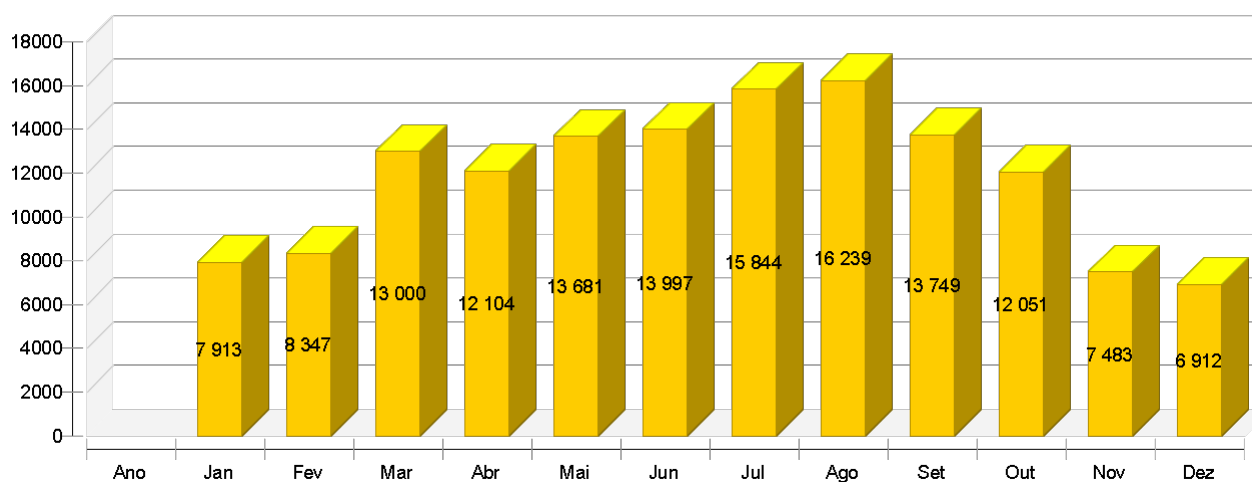
Relatório profissional

Circuito

Circuito solar		
Mistura de fluidos		Mistura de propileno
Concentração de fluido	%	33,3
Volume do circuito do fluido	l	117,2
Pressão no ponto mais alto do circuito	bar	4

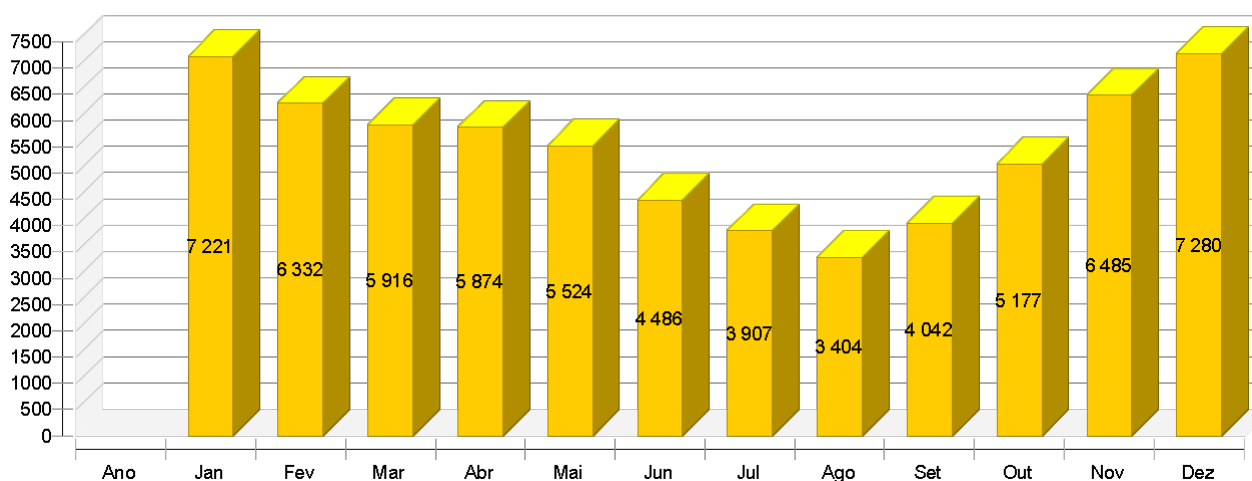
Energia solar térmica para o sistema [Qsol]

kWh



Energia dos geradores de calor para o sistema (energia solar térmica exclusiva). [Qaux]

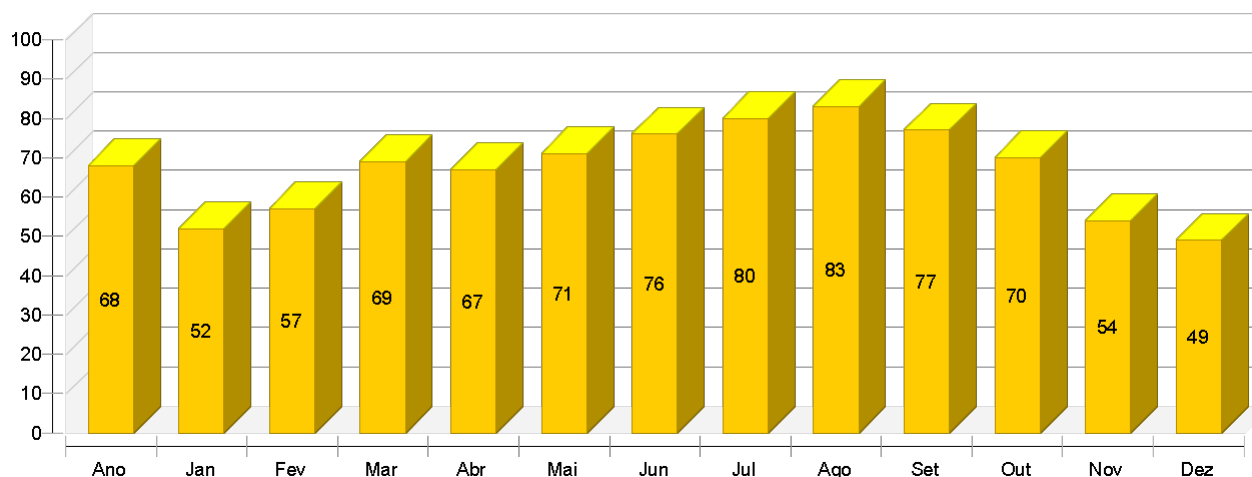
kWh



Relatório profissional

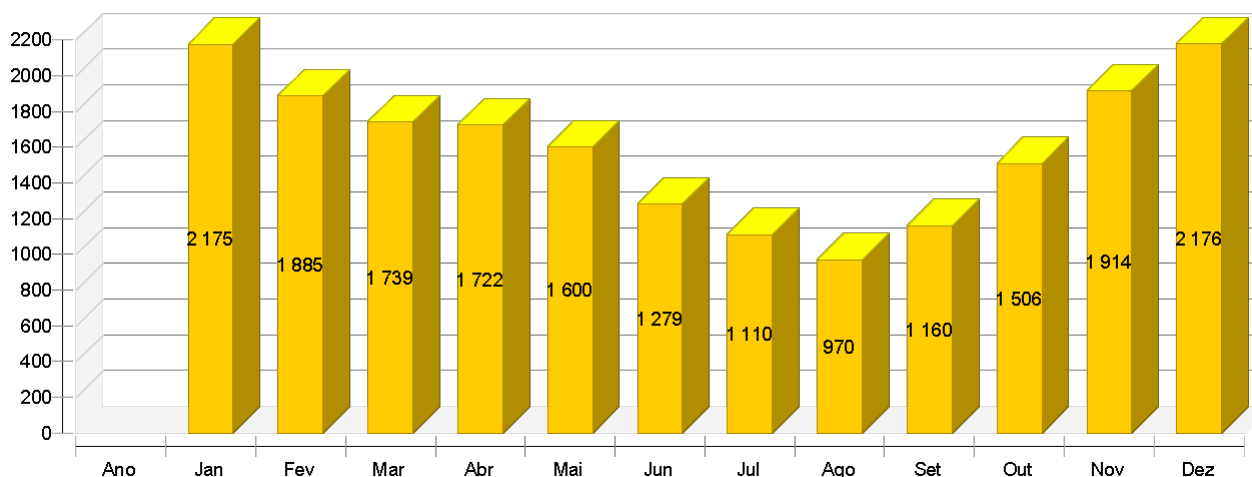
Fracção solar: percentual de energia solar transferida ao sistema [SFn]

%



Consumo total de energia eléctrica e/ou combustível do sistema [Etot]

kWh



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Energia solar térmica para o sistema [Qsol]

kWh	141320	7913	8347	13000	12104	13681	13997	15844	16239	13749	12051	7483	6912
-----	--------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------

Energia dos geradores de calor para o sistema (energia solar térmica exclusiva). [Qaux]

kWh	65646	7221	6332	5916	5874	5524	4486	3907	3404	4042	5177	6485	7280
-----	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Consumo de energia eléctrica e de combustível dos geradores de calor [Eaux]

kWh	19216	2174	1884	1738	1720	1598	1277	1108	968	1158	1505	1913	2175
-----	-------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------

Fracção solar: percentual de energia solar transferida ao sistema [SFn]

%	68,3	52,3	56,9	68,7	67,3	71,2	75,7	80,2	82,7	77,3	70	53,6	48,7
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	----	------	------

Consumo total de energia eléctrica e/ou combustível do sistema [Etot]

kWh	19236	2175	1885	1739	1722	1600	1279	1110	970	1160	1506	1914	2176
-----	-------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------

Relatório profissional

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Irradiação sobre o plano colector [Esol]

kWh	20190	11729	12057	18305	17343	19484	19821	22379	22733	19266	17124	11199	10469
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Consumo de energia eléctrica das bombas [Epar]

kWh	19,5	1,3	1,3	1,7	1,7	2	2	2	1,9	1,7	1,6	1,2	1,2
-----	------	-----	-----	-----	-----	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----

Consumo de energia total [Quse]

kWh	20524	15030	14582	18772	17850	19033	18309	19560	19448	17623	17084	13854	14097
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Perda de calor para o ambiente interno (inclusive perdas nos geradores de calor) [Qint]

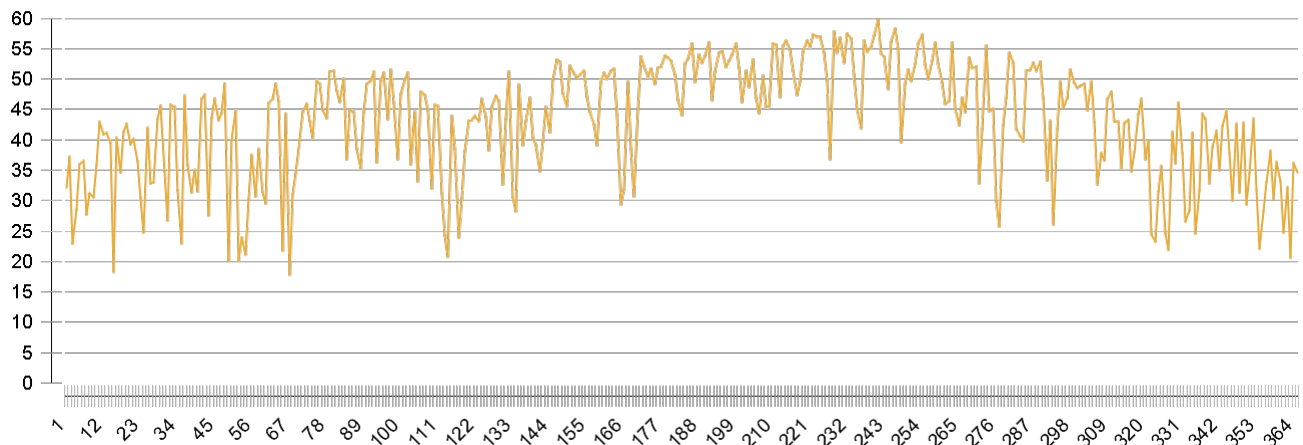
kWh	1721	107	98	128	127	150	163	186	193	174	160	124	112
-----	------	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Perda de calor para o ambiente externo (sem perdas do colector) [Qext]

kWh	23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Colector

Máxima temperatura diária [°C]



Relatório profissional

Diagrama dos fluxos de energia (balanço anual)

